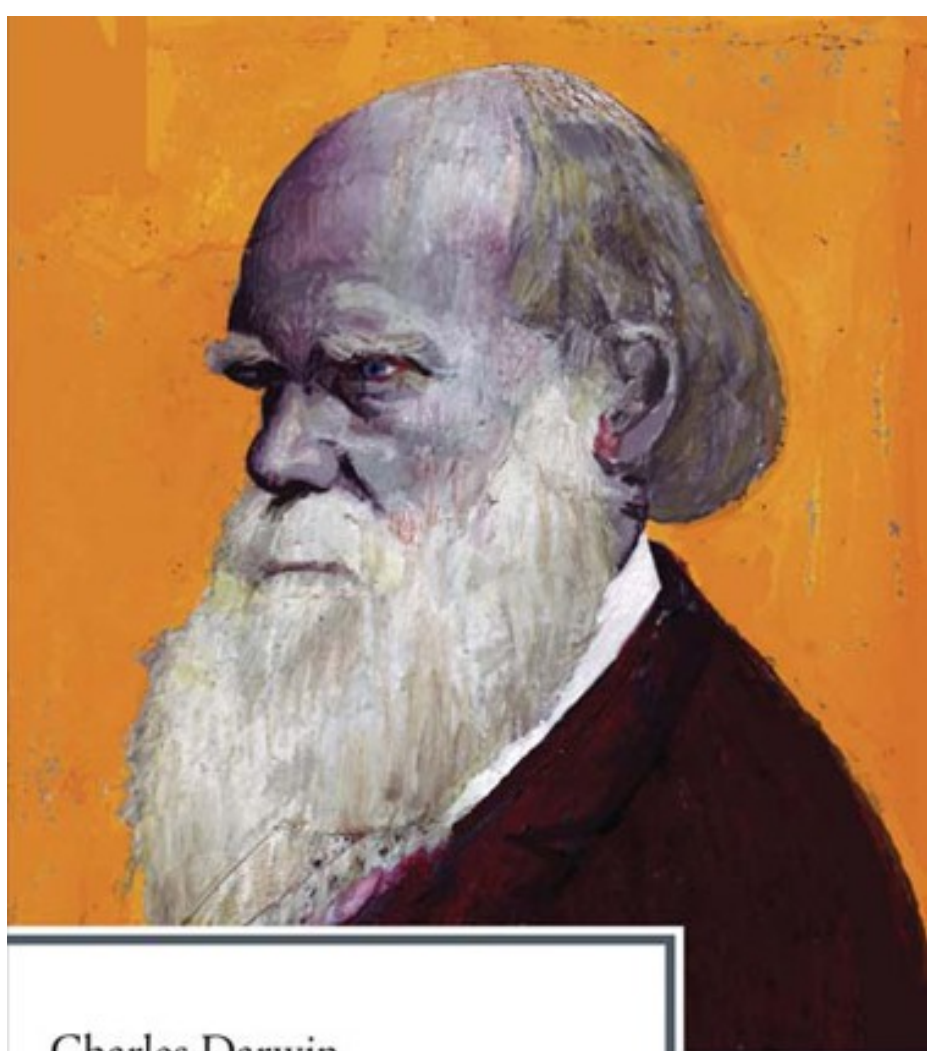




Charles Darwin

L'ORIGINE DELLE SPECIE

a cura di Giuliano Pancaldi

BUR
rizzoli

CLASSICI DEL PENSIERO

“C’è qualcosa di grandioso in questa concezione per cui la vita, con le sue diverse forze, è stata originariamente infusa in poche forme o in una sola; e ... da un inizio così semplice, innumerevoli forme bellissime e meravigliose si sono evolute, e tuttora si evolvono.” Con queste parole, nel 1859, Charles Darwin concludeva la prima edizione dell’*Origine delle specie*.

Come la rivoluzione copernicana aveva sottratto la terra dal suo posto immobile al centro dell’universo, così la rivoluzione darwiniana avrebbe portato al superamento del concetto della fissità delle specie, mostrando come tutte le forme viventi si sono evolute — e continuano a evolversi — le une dalle altre attraverso il meccanismo completamente naturale della selezione del più adatto.

In una nuova traduzione e con l’integrazione delle successive risposte alle critiche viene qui proposto questo testo fondamentale nella sua prima edizione.

CHARLES DARWIN (1809–1882) è stato il più celebre naturalista britannico. Le sue scoperte botaniche, zoologiche e geologiche gettarono le basi di quella che sarebbe diventata la sua celebre teoria.

GIULIANO PANCALDI è professore di Storia della scienza presso l'Università di Bologna. Si è occupato di Darwin in numerose pubblicazioni.

BUR
rizzoli

Charles Darwin
L'ORIGINE DELLE SPECIE

A cura di Giuliano Pancaldi

BUR
rizzoli

CLASSICI DEL PENSIERO

Proprietà letteraria riservata
© 2009 RCS Libri S.p.A., Milano

ISBN 978-88-58-60056-6

Prima edizione digitale 2010
da edizione BUR gennaio 2009

Titolo originale dell'opera:
On the Origin of Species
Traduzione di Giuliano Pancaldi

In copertina: illustrazione ©Andrea Ventura
Progetto grafico Mucca Design

Per conoscere il mondo BUR visita il sito www.bur.eu

PREFAZIONE

Giuliano Pancaldi

Una svolta epocale nelle scienze della vita

Darwin e l'*Origine delle specie* hanno provocato un mutamento radicale nella storia della scienza, con ripercussioni in ogni campo del sapere e nella cultura pubblica degli ultimi centocinquanta anni. Chi leggerà d'un fiato l'*Origine*, come merita, non avrà dubbi su come percepiva quella svolta Darwin mentre scriveva il suo capolavoro.

Per spiegare la straordinaria varietà delle forme viventi che abitano la terra, generazioni e generazioni di naturalisti e di filosofi si erano affidati a modi di pensare a lungo tramandati, preziosi per la grande quantità di informazioni che avevano consentito di accumulare, e tuttavia incerti, contraddittori o semplicemente «pigri». Il nocciolo della pigrizia denunciata da Darwin consisteva nell'abitudine, cui si erano lasciati andare anche i migliori esperti, di fare intervenire a ogni passo nello studio delle forme viventi la nozione (implicita o esplicita) secondo cui quelle forme erano state prodotte così come le vediamo ora da un Creatore. In quel modo la comprensione della ricchezza e complessità delle forme di vita veniva demandata a un evento o potere imperscrutabile, sottraendola di fatto al tipo di spiegazioni già sviluppate in altri campi delle scienze naturali. Si trattava invece di individuare, nella vita degli organismi che vediamo oggi intorno a noi, i segni di un cambiamento graduale, cui sono soggette le forme di vita nel corso del tempo. Questi segni secondo Darwin sono abbondanti e, opportunamente interpretati, permettono di comprendere come le forme di vita che conosciamo oggi si sono prodotte, per cause del tutto naturali, a partire uno o pochi organismi nei quali è stata «infusa originariamente» la vita. Adottando l'evoluzione e l'evoluzionismo le scienze della vita non avrebbero dovuto riferirsi a Dio più di quanto l'astronomia o la fisica dovevano invocarlo per spiegare il moto dei pianeti o la caduta dei gravi.

La natura non parla da sola allo scienziato

Per comprendere la molteplicità delle forme organiche che popolano la terra, dunque, un cambiamento delle specie lento e progressivo doveva prendere il posto dei molteplici interventi speciali di creazione. La nuova teoria darwiniana, elaborata per spiegare questo mutamento evolutivo ed esposta per la prima volta con sistematicità nell'*Origine*, risiede nel concetto di «selezione naturale», che fu presentato per la prima volta al pubblico nel 1858, dopo un ventennale processo di elaborazione. I punti fondamentali della teoria, in realtà, erano stati concepiti relativamente in fretta a Londra, in pochi mesi o settimane dell'autunno 1838. Il luogo e la data sono importanti perché aiutano a capire le radici dell'innovazione darwiniana. Radici che solo in parte sono riconducibili al famoso viaggio intorno al mondo e all'esperienza diretta: la natura non parla da sola allo scienziato.

Verso la fine del viaggio — era tornato in Inghilterra ai primi di ottobre del 1836 — Darwin aveva registrato alcuni dubbi sulla «stabilità delle specie» — dubbi che rimasero tali per diverso tempo¹ — e li aveva annotati in poche righe su uno dei suoi taccuini, riconsiderando alcuni esemplari di uccelli e tartarughe che aveva osservato nell'arcipelago delle Galapagos. Gli abitanti dell'arcipelago, aveva notato, erano in grado di dire da quale isola proveniva una certa tartaruga osservando la forma del corpo, le dimensioni, il disegno del carapace ecc. Aveva osservato, ancora, che quella che era considerata comunemente «la stessa specie» di uccello si presentava in realtà in forme un poco diverse di isola in isola. Ecco come aveva registrato quest'ultima riflessione:

In ogni isola si trova *esclusivamente* un certo tipo [di uccello]. Le abitudini [di vita] sono per tutti le stesse [...] Quando considero queste isole, che si trovano in vista l'una dell'altra, abitate da uccelli con delle piccole differenze di struttura che occupano lo stesso posto in natura, devo sospettare che si tratti soltanto di varietà [...] Se queste riflessioni hanno un minimo fondamento, varrà la pena esaminare la zoologia dell'arcipelago, perché *questi fatti potrebbero minare la stabilità delle specie*.²

Il dubbio concepito da Darwin durante il viaggio si poteva formulare così: in alcuni casi non siamo in grado di distinguere con certezza tra una specie e le sue varietà locali, e ciò potrebbe avere delle conseguenze per l'intera nostra concezione delle specie e della loro stabilità.

Nell'autunno del 1838, un paio d'anni dopo essere tornato dal suo famoso viaggio, Darwin affrontò da capo quel dubbio, in una situazione profondamente cambiata. Aveva passato gli ultimi due anni prima a Cambridge e poi a Londra, a contatto con i maggiori esperti di scienze naturali, cercando con il loro aiuto di mettere ordine nelle collezioni geologiche, zoologiche, botaniche e paleontologiche che

aveva spedito a casa durante il viaggio: nessuno studioso sarebbe stato in grado, da solo, di identificare con precisione le migliaia di esemplari di ogni tipo che aveva raccolto. Darwin prese atto che gli esperti — geologi, botanici, zoologi, ornitologi — avevano spesso *pareri discordanti* su come classificare la stessa forma vivente.

Nei primi mesi del 1837 uno degli studiosi ai quali si era rivolto, l'ornitologo John Gould, gli aveva manifestato la convinzione secondo cui i fringuelli raccolti alle Galapagos rappresentavano probabilmente un gruppo di forme nuove, distinte da tutte le specie di fringuelli note. C'erano dubbi sulla loro esatta provenienza — le etichette fatte da Darwin sul campo non erano accurate come ora avrebbe desiderato che fossero! —, ma quegli esemplari sembravano indicare che ogni isola aveva una sua particolare specie di fringuello.

Le convinzioni di Gould ebbero su Darwin l'effetto di richiamare alla mente, amplificato, il dubbio che aveva registrato a bordo del *Beagle*: le incertezze degli esperti nel classificare i suoi esemplari rilanciavano con forza il problema dei rapporti tra specie e varietà locali, cioè la grande questione della stabilità delle specie.

Colpito da questi sviluppi, nell'estate 1837 Darwin aprì una nuova serie di taccuini, registrandovi ogni informazione o lettura utile a chiarire i suoi dubbi.³ Il primo taccuino cominciava con alcuni appunti sulla *Zoonomia*, l'opera di orientamento evoluzionistico pubblicata da suo nonno Erasmus sul finire del Settecento. Ma l'esperienza del viaggio e le competenze specialistiche acquisite — prima come studente a Cambridge e poi come brillante naturalista negli ambienti scientifici della capitale inglese — ponevano molte sue riflessioni su un piano del tutto nuovo rispetto all'evoluzionismo di matrice settecentesca di Erasmus Darwin o di Lamarck. L'esperienza e le ambizioni spingevano il giovane naturalista a cercare qualcosa di più rispetto a una semplice riproposizione dell'evoluzionismo precedente; un evoluzionismo che oltretutto era stato associato a tradizioni di pensiero politico radicale in cui Darwin non si riconosceva.

Non solo. La sua curiosità intellettuale ad ampio raggio, non comune tra i naturalisti di professione, si combinava con una condizione di studioso indipendente — i beni di famiglia assicuravano a Darwin una vita agiata, senza che dovesse preoccuparsi di trovare un'occupazione retribuita — che gli permetteva di muoversi da una specialità all'altra con grande libertà.

I taccuini che Darwin teneva sul finire degli anni Trenta registravano, così, una eterogeneità di letture rara tra i naturalisti e tipica, invece, della sua cerchia familiare e dei suoi conoscenti. Accanto a quelli sulle specie, in altri taccuini Darwin esplorava e

combinava temi di medicina, di filosofia e di economia politica. Gli interessava ogni spunto capace di spiegare, oltre alle strutture delle forme viventi, gli istinti e il comportamento, temi che troveranno largo spazio nell'*Origine*.

Così, tra l'estate e l'autunno 1838, Darwin era un lettore onnivoro, e non tralasciava, per esempio, i classici della filosofia dell'Illuminismo britannico, in particolare David Hume, come i moralisti e gli economisti contemporanei. Fu proprio il libro di un economista a fornirgli, nel settembre 1838, lo spunto decisivo per provare a spiegare quella che — ormai non aveva dubbi — era l'*instabilità* delle specie e, insieme, la fonte delle incertezze senza fine dei naturalisti che cercavano di classificarle.

Il modello darwiniano del cambiamento evolutivo

Che cosa rendeva, dunque, i fringuelli delle Galapagos *simili ma un po' diversi* rispetto a quelli del non lontano continente americano e un po' diversi in ogni isola? Aveva senso immaginare che Dio avesse creato un fringuello speciale apposta per l'arcipelago, o addirittura per ognuna delle isole? Che alternative c'erano a quel modo di ragionare, al quale a dire il vero neppure i naturalisti che si muovevano nel solco della tradizione religiosa ricorrevano volentieri?

Come Darwin ben sapeva, un'alternativa a quell'ipotesi consisteva nell'immaginare una stretta correlazione tra gli abitanti e l'ambiente fisico in cui si trovano. Si poteva supporre che gli organismi viventi fossero dotati di una certa plasticità e della capacità di adattarsi a diverse, o mutevoli, condizioni ambientali. Questa era stata, a grandi linee, la proposta del più fortunato degli evoluzionisti che avevano preceduto Darwin: Jean Baptiste de Lamarck. Nella prospettiva lamarckiana, che era stata ampiamente discussa negli ambienti scientifici nei trent'anni precedenti, la chiave principale (ma non esclusiva) del cambiamento evolutivo stava nel mutevole rapporto tra l'organismo e l'ambiente fisico.

Un caso come quello delle Galapagos, tuttavia, secondo Darwin *non* si prestava alla spiegazione lamarckiana. Le condizioni *fisiche* dell'arcipelago e quelle del vicino continente erano molto simili e ancor più simili erano le condizioni delle diverse isole, tutte più o meno alla stessa latitudine e vicine una all'altra. Non era facile, quindi, assegnare a quell'ambiente *uniforme* una parte importante nella produzione della *varietà* delle forme di vita che si trovavano in quelle regioni del Sudamerica.

Fu a questo punto che la lettura degli economisti lo convinse che le

relazioni «tra organismo e organismo»⁴ erano molto più importanti di quelle tra gli organismi e l'ambiente fisico. Nei rapporti tra organismo e organismo andava cercata la fonte dell'instabilità delle specie e, insieme, quel che probabilmente manteneva attiva la produzione di nuove forme viventi.

Le idee del reverendo Thomas Robert Malthus sulla dinamica delle popolazioni umane, proposte sul finire del Settecento, erano ancora dibattute vivacemente in Inghilterra negli anni Trenta dell'Ottocento. Le conservava attuali la ricorrente discussione sulle Poor Law⁵ e la politica, condivisa nei circoli intellettuali vicini a Darwin, che riteneva inutile introdurre delle misure per migliorare le condizioni di vita dei poveri di fronte al duro «principio della popolazione» che era stato «dimostrato» da Malthus. Il principio affermava che, mentre le popolazioni aumentano in progressione geometrica, il cibo a loro disposizione può aumentare molto più lentamente, solo in progressione aritmetica. L'equilibrio tra popolazioni e risorse è, quindi, perennemente instabile. Per Malthus — che non aveva interesse per la questione delle specie e per l'evoluzionismo — la conseguenza del suo principio era un'inesorabile, periodica eliminazione «naturale» per fame della popolazione in eccesso, sufficiente a scoraggiare l'introduzione di misure «artificiali» per contenerne gli effetti.

Quando Darwin, il 28 settembre 1838, cominciò a leggere il *Saggio sul principio della popolazione*,⁶ gli sembrò di trovare quello che stava cercando: un modello per comprendere i rapporti tra organismo e organismo, per spiegare l'instabilità delle specie e la loro perenne trasformazione.⁷ Per Darwin, che ormai si poneva in una prospettiva evoluzionistica, quello che Malthus sosteneva per le popolazioni umane doveva valere naturalmente anche (almeno a grandi linee) per le popolazioni animali e vegetali. Dunque gli equilibri tra le forme viventi che occupavano una certa regione erano costantemente minacciati dalla tendenza di ogni specie a moltiplicarsi oltre le risorse disponibili, risorse che in natura erano rappresentate, ovviamente, da altre specie.

Nell'universo darwiniano — che nei due anni precedenti si era popolato di forme viventi e specie dubbie — la *lotta* tra gli organismi derivante dalla tendenza all'incremento delle popolazioni postulato da Malthus aveva conseguenze decisive, che andavano ben oltre quelle discusse dagli economisti. In ogni specie, gli individui — tutti un poco diversi, come mostrava l'esperienza dei naturalisti — che si trovavano ad avere caratteristiche vantaggiose per la lotta si procuravano più cibo, vivevano più a lungo e lasciavano più discendenti. Questi avrebbero ereditato verosimilmente le caratteristiche vantaggiose dei

genitori e si sarebbero moltiplicati trasformando dall'interno, per così dire, lentamente ma inesorabilmente, la specie. Sotto la pressione malthusiana dell'eccesso di popolazione, la variabilità degli individui e dei gruppi di individui poteva produrre, senza fine, forme di vita nuove o riadattare in modo nuovo quelle preesistenti.

Gli organismi che tanto spesso i naturalisti non sapevano se classificare come specie vere e proprie o come semplici varietà erano dunque la regola anziché l'eccezione. Come Darwin ripeteva spesso, «le varietà sono specie incipienti» e l'intero repertorio delle forme di vita, dalle origini a oggi, è stato prodotto con la semplice regola della «discendenza con modificazione» sotto la pressione della «lotta per la vita». Aggiungendo la molla della tendenza malthusiana all'eccesso di popolazione e alla lotta conseguente, la produzione di infinite forme di vita nuove poteva essere spiegata come il risultato della «generazione ordinaria».

Nel settembre 1838 Darwin non aveva ancora un nome per designare questo suo nuovo modello del cambiamento evolutivo. Più avanti, studiando in modo sistematico come gli allevatori e i giardinieri selezionavano le varietà utili ai loro scopi con una selezione artificiale, propose di chiamare «selezione naturale» il processo che in natura — *senza che intervenga alcun agente o scopo* — modifica le forme viventi adattandole, sempre imperfettamente, ai rapporti con gli altri organismi e alle modificazioni dell'ambiente.

Nei venti anni successivi Darwin sviluppò il suo modello fino alla forma raffinata ed enormemente arricchita di sfumature che troviamo nell'*Origine*. Era del tutto consapevole della potenza esplicativa del modello, tanto che nell'ultimo capitolo la illustrava ricorrendo a una metafora illuminante, in cui evocava insieme la sua esperienza di viaggio e la rivoluzione industriale:

Se non consideriamo più un essere organico nel modo in cui un selvaggio considera una nave, cioè come qualcosa che va completamente al di là della sua comprensione; se consideriamo ogni produzione della natura come qualcosa che ha avuto una storia; se contempliamo ogni struttura o istinto complesso come la somma di tanti congegni, ognuno utile al suo possessore, all'incirca nello stesso modo in cui consideriamo una grande invenzione meccanica come la somma del lavoro, dell'esperienza, della ragione e anche degli abbagli di numerosi lavoratori; se consideriamo ogni essere organico in questo modo, quanto si fa più interessante — e parlo per esperienza personale — lo studio della storia naturale!⁸

Il potere esplicativo del modello, in effetti, andava molto oltre il singolo organismo: la «nave» incomprensibile agli occhi del «selvaggio». A più riprese, nell'*Origine*, Darwin mostra che lo scenario al quale la selezione naturale può e deve essere applicata è l'intero pianeta. Ecco come immaginava un esperimento ideale per «mettere alla prova» faune e flore di diversi continenti, un esperimento capace

di svelare il potere e le conseguenze della selezione naturale *su scala planetaria*:

Considerando il modo straordinario in cui le produzioni europee si sono diffuse recentemente in Nuova Zelanda e hanno conquistato posti che prima dovevano pur essere occupati, possiamo ritenere che, se tutti gli animali e le piante della Gran Bretagna fossero liberate in Nuova Zelanda, nel corso del tempo una moltitudine di forme britanniche vi si naturalizzerebbero e sterminerebbero molti degli indigeni. D'altra parte, per quanto vediamo verificarsi ora in Nuova Zelanda e per il fatto che neppure un abitante dell'emisfero meridionale è diventato selvatico in qualche parte d'Europa, possiamo dubitare che, se tutte le produzioni della Nuova Zelanda venissero liberate in Gran Bretagna, un numero considerevole qualsiasi di queste produzioni si troverebbe in condizione di conquistare i posti ora occupati dalle nostre piante e animali indigeni. Da questo punto di vista si può dire che le produzioni della Gran Bretagna sono più alte di quelle della Nuova Zelanda. Eppure, nemmeno il più abile dei naturalisti, esaminando le specie dei due paesi, avrebbe potuto prevedere il risultato.⁹

Perché, dunque, gli animali e le piante dell'Inghilterra sarebbero riusciti a imporsi su quelli della Nuova Zelanda, ma non viceversa? Perché, secondo Darwin, la selezione naturale ha tanto più spazio di agire, perfezionando (relativamente) gli organismi, quanto più in una regione sono numerose le specie e le popolazioni di ogni specie, e dunque più frequenti le variazioni passibili di essere selezionate. Quindi, poiché ci sono più terre emerse nell'emisfero settentrionale che in quello meridionale, il primo — compresa l'Inghilterra — sarà più riccamente e variamente popolato del secondo e dunque le specie settentrionali avranno più occasioni per perfezionarsi (relativamente) delle meridionali, comprese quelle della Nuova Zelanda.

Ricorrendo ancora una volta al linguaggio dell'economia e della tecnologica, qualche pagina dopo Darwin parla delle forme di vita più diffuse e dominanti come di quelle «generate nelle aree più vaste e nelle officine più efficienti del Nord».¹⁰

Ma come era diventato possibile concepire esperimenti ideali su scala planetaria come quelli immaginati da Darwin? Quale tipo di esperienza del pianeta e degli equilibri mutevoli tra gli esseri viventi sostiene il modello darwiniano del cambiamento evolutivo?

Un esperimento ideale, mille esperimenti reali

Per ogni esperimento ideale che Darwin concepiva, come quello sulle specie della Nuova Zelanda e dell'Inghilterra, c'erano mille esperimenti reali che poteva richiamare alla mente o che aveva condotto di persona.

Un primo e ovvio gruppo di esperimenti a favore (indirettamente) della selezione naturale erano le esperienze dei grandi viaggiatori, a

cominciare dalla sua. Quando, nell'*Origine*, Darwin spiega come le specie «tipiche» si succedano lungo un continente da nord a sud o viceversa, ha in mente le osservazioni che aveva condotto a bordo del *Beagle* lungo le coste del Sudamerica. Ma a Londra, e poi a Down House, la casa-laboratorio nella campagna del Kent dove si era trasferito nel 1842, Darwin poteva sommare alle esperienze personali una straordinaria rete di conoscenze accumulate da altri viaggiatori, specialmente inglesi. Per la Nuova Zelanda e la flora dell'emisfero meridionale, per esempio, poteva contare (più che sulla sua limitata esperienza diretta di quelle isole) sui sei volumi prodotti da un viaggiatore più giovane di lui, che era diventato uno dei maggiori interlocutori per le ricerche confluite poi nell'*Origine*: Joseph Dalton Hooker.

Nelle pagine dell'*Origine* si trovano citate decine e decine di autori, per lo più britannici, spesso residenti in angoli lontani dell'impero, i cui contributi Darwin assimilava — e frequentemente stimolava attraverso la corrispondenza — per utilizzarli a sostegno del suo grande modello del cambiamento evolutivo.

Anche Down House si prestava a esperienze limitate eppure altamente significative per il modello darwiniano. Così erano, per esempio, gli esperimenti sugli effetti dell'acqua di mare sui semi delle piante e la loro capacità di germogliare dopo una prolungata immersione. Spiegare come una stessa pianta potesse trovarsi in continenti lontani era ovviamente cruciale per una teoria della «discendenza con modificazione», per cui una specie o gruppo di specie doveva avere avuto origine in una località geografica precisa. I casi di diffusione «cosmopolita» di una specie *dovevano* essere spiegati. Misurare con semplici esperimenti i giorni e le settimane dopo i quali i semi di diverse piante immersi nell'acqua salata conservavano la capacità di germogliare una volta rimessi a terra, permetteva — combinando i dati con le informazioni sulle correnti marine — di fare ipotesi su come certe specie potevano essersi diffuse da un continente all'altro.¹¹ Darwin fece, poi, altri semplici esperimenti per simulare come certi uccelli frequentatori delle paludi potevano contribuire involontariamente, con le loro zampe sporche, alla diffusione delle stesse specie d'acqua dolce in regioni lontane.¹²

La casa-laboratorio si prestava anche a sperimentazioni che avevano lo scopo di provare a mettere ordine nei fenomeni della «generazione» (oggi diremmo «genetica»). Questo era il campo in cui Darwin riconosceva, a più riprese, la profonda ignoranza sua e dei suoi contemporanei. Un'ignoranza che riguardava, per cominciare, le cause delle differenze individuali e delle variazioni, cruciali per un modello come il suo, perché forniscono la «materia prima», i mattoni con cui la

selezione naturale costruisce nuove forme di vita. L'ignoranza comportava anche l'incapacità di distinguere con sicurezza, fra le caratteristiche di un organismo, quali sono abbastanza utili per essere spiegate mediante il processo della selezione naturale — che è sostanzialmente utilitaristico, centrato sui vantaggi ai fini della sopravvivenza e della riproduzione — e quali invece, in quanto «inutili» o non più utili, devono essere spiegate piuttosto con l'eredità, con gli effetti del non uso, o con la «reversione» a forme trasmesse per eredità eppure a lungo nascoste nelle generazioni precedenti.

Nel tentativo di ridurre la riconosciuta ignoranza sui fenomeni della generazione Darwin, oltre a studiare con sistematicità le opere di zoologi e allevatori, botanici e ibridatori, organizzò per qualche anno un allevamento di colombi e tenne per tutta la vita una serra attrezzata per gli esperimenti botanici. Di entrambi si trovano abbondanti testimonianze nell'*Origine*. Così, mentre non era possibile per Darwin fornire alcuna prova sperimentale diretta della selezione naturale, era tuttavia chiaro che la passione per i grandi modelli interpretativi si combinava in lui con una forte vocazione empirica e sperimentale, che condivideva con l'eterogenea popolazione di naturalisti, fisiologi, allevatori, giardinieri e agronomi con cui interagiva.¹³

Ma c'era un altro grande «esperimento» su cui Darwin poteva contare per affinare, consolidare e far circolare il suo modello del cambiamento evolutivo. Era quello che si stava conducendo all'ombra dell'impero britannico con l'insediamento di uomini, animali e piante europee in regioni lontane, e con il flusso in direzione contraria che ne seguiva. Quel gigantesco esperimento di migrazione di organismi confermava a Darwin ogni giorno che le relazioni tra organismo e organismo erano davvero le più importanti per spiegare l'evoluzione delle specie. Quale che sia il giudizio che possiamo dare oggi su quell'«esperimento», il lettore dell'*Origine* vedrà quasi a ogni pagina quale peso avevano negli argomenti di Darwin le mille osservazioni condotte nell'ambito di quella grande sperimentazione collettiva.

«Una sola lunga argomentazione»

Passarono vent'anni, si è detto, tra il settembre 1838 — quando Darwin per la prima volta sentì di avere «una teoria con cui lavorare» — e la stesura dell'*Origine*. La lunga gestazione si può spiegare in molti modi.¹⁴ Darwin, sappiamo, si trovava nella condizione dello studioso indipendente, padrone del proprio tempo e del proprio lavoro. Un lavoro sempre intenso, che negli anni tra il 1838 e il 1854

lo vide impegnato prima nella pubblicazione dei risultati della spedizione del *Beagle*, poi nella stesura di un minuzioso studio in due volumi sui cirripedi. Quei piccoli crostacei avevano attirato la sua attenzione già durante il viaggio e, studiandoli con infinita acribia, ora Darwin sperava di capire come si erano formati i sessi e che ruolo svolgevano nell'evoluzione. Con quello studio meticoloso, inoltre, dimostrava agli esperti le sue credenziali di zoologo e dunque la sua competenza per affrontare la grande questione delle specie.

Nel 1842 e poi nel 1844 scrisse due diverse sintesi della teoria, non pensate per la pubblicazione. Nel frattempo cominciò a menzionare le sue idee evoluzionistiche a una serie di amici e corrispondenti. Le reazioni, per lo più prudenti, incredule o ostili, lo convinsero che il giorno in cui avesse pubblicato qualcosa sull'argomento avrebbe dovuto farlo con una ricchezza di documentazione e di prove che richiedevano molti anni per essere accumulate e presentate adeguatamente. Nel 1844 un libro popolare, che proponeva una visione di tipo evoluzionistico per l'intero universo, aveva ottenuto in Inghilterra un notevole successo editoriale, ma anche reazioni fortemente critiche da parte di esperti la cui approvazione Darwin riteneva essenziale.

Soltanto nella primavera 1856, dunque, Darwin cominciò a pensare a un suo trattato sul problema delle specie.¹⁵ Immaginava che avrebbe richiesto più anni per la stesura e che avrebbe occupato più volumi, come i prestigiosi *Principi di geologia* dell'amico Charles Lyell, che avevano trasformato le sue idee sulla storia della terra quando era ancora a bordo del *Beagle*. Ma nel giugno 1858 accadde qualcosa che modificò drasticamente i suoi piani e lo portò a scrivere l'*Origine* come la conosciamo oggi: *non* un trattato specialistico, ma un libro concepito per convincere e per sedurre sia gli esperti, sia l'eterogenea popolazione di naturalisti, persone colte, filosofi, allevatori, agricoltori e giardinieri con cui l'autore aveva interagito nei vent'anni precedenti.

Già alla fine del 1855 Darwin si era imbattuto nell'articolo — glielo aveva segnalato Lyell — di un naturalista inglese ancora poco noto, che si trovava allora nell'arcipelago malese: Alfred Russel Wallace.¹⁶ L'articolo si intitolava *Sulla legge che ha regolato l'introduzione di nuove specie* e vi si affrontavano alcuni problemi relativi alla distribuzione geografica delle specie che, secondo Darwin, racchiudevano una parte importante del segreto della loro origine. Darwin annotò con cura quell'articolo, ma non fu particolarmente colpito: non c'era in esso nulla di paragonabile al modello del cambiamento evolutivo che considerava ormai il punto di forza delle sue argomentazioni a favore della trasformazione delle specie.

Le cose cambiarono il 18 giugno 1858, quando arrivò a Down

House dall'arcipelago malese una lettera di Wallace che conteneva il manoscritto di un nuovo articolo. Era intitolato *Sulla tendenza delle varietà ad allontanarsi indefinitamente dal tipo originario* e vi si illustrava un modello del cambiamento evolutivo che Darwin riconobbe subito come del tutto simile a quello della selezione naturale. Anche Wallace era partito dal «principio della popolazione» di Malthus e ne aveva ricavato, come Darwin, l'idea secondo cui l'eccesso di popolazione esercita una costante pressione selettiva sulle variazioni nella lotta per l'esistenza, modificando con il tempo le specie.

Di fronte al pericolo che l'originalità di Darwin fosse vanificata dalla pubblicazione del saggio di Wallace, gli amici Lyell e Hooker decisero di presentare alla Linnean Society di Londra, insieme con il saggio di Wallace, alcune pagine dai manoscritti e da una lettera di Darwin che consentivano di datare le sue idee sulla selezione naturale a un periodo anteriore a quello di Wallace. Da quell'estate la teoria della selezione cominciò a circolare attraverso le pagine della rivista della Linnean Society.

A quel punto Darwin si sentì spinto a scrivere qualcosa che rendesse giustizia delle ricerche ventennali che aveva condotto sul problema delle specie. Qualcosa che anticipasse, ma non esaurisse, il voluminoso trattato che aveva cominciato a scrivere due anni prima. Partì con l'idea di scrivere un lungo articolo. Ma nella quiete di Down House, circondato dai materiali che aveva accumulato in tanti anni e stimolato dalla competizione a distanza con Wallace, l'articolo progettato si trasformò — in soli tredici mesi — nelle cinquecento pagine dell'*Origine*.

Messa da parte la strategia paludata del trattato specialistico, eliminate le note, i riferimenti precisi e molti dei materiali che aveva a disposizione, l'*Origine* era «una sola lunga argomentazione» (*Origine*, p. 482), capace di rivendicare pienamente e con successo, fino a oggi, il suo primato nell'ideazione e nella «dimostrazione» della selezione naturale.

L'argomentazione si presenta come una sorta di dialogo a più voci in cui l'autore, sostenuto dal «coro» dei naturalisti di varie specialità invocati a ogni pagina, costringe nell'angolo l'avversario: l'ingenuo sostenitore della «creazione speciale» di ogni specie, raramente identificato con precisione. In un angolo viene messo qualche volta, senza troppi riguardi, anche il vecchio Lamarck, per mostrare bene al lettore che il nuovo evoluzionismo non va confuso con l'antico.

Il procedere dialogante, anziché dimostrativo, permette a Darwin di smussare le tentazioni dogmatiche, nonostante le ovvie semplificazioni attribuite all'avversario creazionista. Inoltre il linguaggio moderato con cui presenta i suoi concetti di fondo e le sue opinioni rafforza il

carattere dialogante dell'opera. Si tratta evidentemente di un linguaggio e di un carattere in sintonia con lo stile delle conversazioni tra gentleman che si svolgevano a Down House e con la prosa, rispettosa o amichevole a seconda dei casi, della fitta corrispondenza quotidiana che Darwin intratteneva con esperti di ogni parte del mondo.

Anche il lessico filosofico utilizzato da Darwin è cauto. Nell'*Origine* si preferisce chiaramente la parola «opinione» (*view*) alla parola «teoria» (*theory*); la «verità» (*truth* e derivati) non ricorre molte volte e altrettante volte troviamo la parola «ignoranza» (*ignorance*), quest'ultima non di rado all'interno della frase «la nostra ignoranza».17

L'esercizio ventennale con cui Darwin aveva soppesato punti a favore e punti contrari, e sondato le opinioni altrui, si traduce in un linguaggio che riconosce il carattere fortemente congetturale e interattivo del lavoro del naturalista evoluzionista. Coerentemente, nell'*Origine* abbondano i richiami all'incertezza degli esperti, per esempio nel distinguere tra specie e varietà, o nel valutare il grado di sterilità degli ibridi. Con onestà Darwin riconosce, in molti casi, di non essere in grado di stabilire quale parte della struttura di un organismo o di un istinto debba essere attribuita alla selezione naturale e quale invece all'eredità, oppure all'uso e al non uso degli organi. Questa sua cautela e dichiarata incertezza gli permetterà, quando la selezione naturale sarà sottoposta a dure critiche da parte dei contemporanei, di affermare — onestamente — di non aver mai attribuito alla selezione naturale un ruolo esclusivo come causa dell'evoluzione.

La «lunga argomentazione» di Darwin è segnata da un altro tratto molto «umano»: l'uso pervasivo di un linguaggio antropomorfico. Nell'*Origine* si parla abitualmente delle piante e degli animali come degli «abitanti» di questo o quel luogo, luogo che viene chiamato di preferenza «paese» (*country*) anziché regione o area; si indicano gli organismi come «produzioni» (*productions*) proprie di una certa area e si parla di ogni regione come più o meno «ben rifornita» (*well stocked*) di specie; gli abitanti di diverse specie che convivono in un certo paese sono nel suo linguaggio «soci» (*associates*); le relazioni tra gli organismi di una regione definiscono tutte insieme quella che spesso è chiamata l'«economia della natura» e qualche volta l'«ordinamento della natura» (*economy of nature, polity of nature*). In questo modo le popolazioni viventi di ogni regione realizzano un certo «standard», più o meno elevato a seconda del numero più o meno alto delle specie e delle popolazioni convissute in quella regione nel corso del tempo. Questo standard dà, secondo Darwin, una misura dell'efficienza della «fabbrica delle specie» (*manufactory of species*) e delle sue «produzioni»

nei diversi «paesi».

Se all'uso di questo linguaggio si aggiungono le metafore tecnologiche già ricordate; se si ricorda il ricorso di Darwin all'espressione degli economisti «divisione del lavoro» (che già circolava tra i fisiologi) per indicare la distribuzione di funzioni e risorse dentro ogni organismo; se si richiama il noto parallelo che Darwin traccia fra gli studi sull'origine delle lingue e quelli sull'origine delle specie; e se infine si osserva che, già nel titolo dell'opera, la «selezione naturale» evoca il parallelo con l'allevatore umano, si avrà un'idea di quanto c'è di antropomorfo nella «lunga argomentazione» dell'*Origine*. Una circostanza che andrà tenuta ben presente quando si farà un bilancio del *naturalismo* darwiniano.

Sta di fatto che il linguaggio antropomorfo, economico e tecnologico di Darwin permette al naturalista di rovesciare da cima a fondo un'immagine millenaria della natura. Là dove naturalisti e filosofi pii avevano creduto di vedere armonia e adattamenti meravigliosi, Darwin vede spreco di risorse, equilibri precari, imperfezione, morte e adattamenti sempre relativi agli altri abitanti di ogni particolare regione. Là dove gli evoluzionisti radicali avevano immaginato di cogliere una «marcia» progressiva della natura, capace in qualche modo di legittimare la marcia progressiva della società, Darwin vede all'opera un intrico senza fine di rapporti tra gli organismi che rende sostanzialmente *imprevedibile* il corso degli eventi e *impossibile* una ricostruzione puntuale della storia della vita sulla terra.

Nel momento stesso in cui rilancia l'evoluzionismo materialista, propone una visione secolarizzata della natura e suggerisce le linee di un processo potenzialmente capace di portare da un «semplice inizio» fino alla specie umana, Darwin insiste sul carattere *relativo* di ogni progresso conseguibile mediante questo sviluppo. È chiaro che chi voleva trovare nell'*Origine* l'avallo per questo o quel messaggio etico, sociale o politico, avrebbe dovuto ignorare o tradire questo o quell'aspetto della «lunga argomentazione» darwiniana. Pochi, tuttavia, seppero resistere alla tentazione, come mostra l'episodio che segue.

Conversazione a casa Darwin

Nel 1881, ventidue anni dopo l'*Origine*, Darwin era una celebrità. Essere ricevuti a Down House era un privilegio concesso a chi aveva ambizioni nel campo delle scienze e della cultura. Nel settembre di quell'anno si teneva a Londra il congresso della federazione

internazionale dei Liberi Pensatori, presieduto dal tedesco Ludwig Büchner.¹⁸ Medico, fisiologo e autore di volumi considerati altrettanti manifesti del materialismo e dell'ateismo più radicali, Büchner voleva approfittare del viaggio a Londra per incontrare Darwin. Chiese per questo la mediazione di Edward Aveling, giovane zoologo, insegnante e divulgatore che aveva abbandonato le prospettive di una carriera accademica per farsi propagandista dell'ateismo e del socialismo. Qualche anno più tardi Aveling sarebbe diventato compagno di Eleanor Marx — scrittrice e militante socialista, figlia di Karl — e traduttore del *Capitale* in lingua inglese. Aveling aveva già cercato di coinvolgere Darwin nella propaganda atea, ma quest'ultimo si era rifiutato osservando che l'interpretazione atea della sua concezione evoluzionistica si spingeva «più lontano» di quanto considerava «prudente».

La richiesta di un incontro da parte di Büchner fu accolta con qualche trepidazione, ma alla fine fu accettata: Büchner e Aveling furono invitati a pranzo per il giorno seguente. La regia dell'incontro e la conversazione che ebbe luogo in quella occasione gettano luce sull'atteggiamento del grande vecchio di Down House in materia di religione.

Quel giorno a casa Darwin si era fatto vivo anche l'anziano parroco del villaggio, John Brodie Innes. Darwin e la moglie Emma, credente, ritennero opportuno far sedere anche lui insieme con gli ospiti. Durante il pranzo Darwin fece notare scherzosamente che al parroco lo legava un'amicizia trentennale e che, d'altra parte, raramente si erano trovati d'accordo su qualcosa e quelle poche volte entrambi se ne erano meravigliati. Aveling invece accennò al proprio disappunto per il fatto che l'ultimo libro di Darwin era dedicato al ruolo dei lombrichi nella formazione del terreno vegetale, un tema che giudicava non appropriato alle gravi questioni sociali e politiche che agitavano la vita pubblica di quegli anni. Darwin in risposta fece notare con gravità che, comunque fosse, si era occupato del comportamento dei lombrichi per quarant'anni!

La conversazione decollò dopo pranzo, quando gli uomini si ritirarono a fumare nel vecchio studio dove era stata scritta l'*Origine*. Aveling chiese a Darwin se si considerava ateo. Darwin rispose che preferiva definirsi «agnostico», una parola introdotta dodici anni prima dal suo amico e sostenitore Thomas Huxley per designare chi considerava sconosciuta e inconoscibile la «causa prima» delle cose, distinguendosi dagli atei che invece *negavano* Dio.¹⁹ Aveling obiettò che dirsi agnostico era un modo rispettabile per dirsi ateo, ma riconobbe che nella parola ateo c'era qualcosa di aggressivo.

A un nuovo invito che gli fu fatto di diventare propagandista del

«libero pensiero», Darwin rispose che credeva piuttosto in una graduale affermazione delle idee nuove. Il libero pensiero andava bene per le persone istruite, osservò, ma la gente comune non sembrava «matura» per quelle idee. Preoccupazioni d'ordine sociale e politico chiaramente trattenevano Darwin dal fare dell'evoluzionismo, e della propria condizione di non credente, una bandiera nella pubblica arena. Su questo fronte la strada di Darwin e quella dei propagandisti dell'ateismo *non* erano destinate a incontrarsi, per quanto gli ospiti e il padrone di casa si trovassero d'accordo nel riconoscere che il cristianesimo «non è suffragato da prove».

Quest'ultima frase, che nel ricordo di Aveling fu pronunciata proprio da Darwin, dà un'idea dei rapporti — qualcuno direbbe oggi degli *equivoci* — tra scienza e religione vent'anni dopo la pubblicazione dell'*Origine*.

L'episodio in ogni caso suggerisce che chi voleva trovare nell'*Origine* l'avallo per questo o quel messaggio etico, sociale o politico, come Büchner e Aveling, avrebbe magari rimediato un invito a pranzo a Down House, ma avrebbe poi dovuto condurre la sua campagna pubblica senza Darwin e a proprie spese. D'altra parte, il miraggio di un invito a casa Darwin, ormai diventata leggenda, esercitava una forte attrazione in molti ambienti e alimentò la lunga stagione dei darwinismi e degli antidarwinismi, in cui ancora ci troviamo.²⁰

1 F.J. Sulloway, *Darwin's finches: the evolution of a legend*, in «Journal of the History of Biology», 15, 1982, pp. 1-53; D. Kohn (a cura di), *The Darwinian Heritage*, Princeton, University Press in association with Nova Pacifica, 1985; D. Kohn, *What Henslow taught Darwin*, in «Nature», 436/4, 2005, pp. 643-45.

2 C. Darwin in N. Barlow (a cura di), *Darwin's ornithological notes*, in «Bulletin of the British Museum (Natural History) Historical Series», 2, 1963, p. 262 (corsivo nostro).

3 C. Darwin, *Taccuini*, Laterza, Roma-Bari 2008.

4 *Origine*, p. 70.

5 Il sistema inglese di assistenza pubblica ai poveri che prevedeva sussidi per chi non aveva un reddito. All'inizio del XIX secolo il problema del pauperismo toccò livelli tali che nel 1834 fu varato il Poor Law Amendment Act: secondo i suoi sostenitori, abolendo i sussidi, favoriva un mercato del lavoro adatto alla diffusione dell'economia capitalistica.

6 T.R. Malthus, *Saggio sul principio della popolazione*, Einaudi, Torino 1978.

7 R.M. Young, *Malthus and the evolutionists: the common context of biological and social theory*, in «Past & Present», 43, 1969, pp. 109-45; S. Herbert, *Darwin, Malthus, and selection*, in «Journal of the History of Biology», 4, 1971, pp. 209-17; G. Pancaldi, *Charles Darwin: «storia» ed «economia» della natura*, La Nuova Italia, Firenze 1977; A. La Vergata, *Nonostante Malthus. Fecondità, popolazioni e armonia della natura, 1700-1900*, Bollati Boringhieri, Torino 1990.

8 *Origine*, pp. 510-11.

9 *Origine*, p. 357.

10 *Origine*, p. 401.

11 *Origine*, pp. 379-80.

12 *Origine*, p. 406.

13 C. Darwin, *Correspondence*, Cambridge University Press, Cambridge 1989-. Si veda anche il sito del Darwin Correspondence Project: <http://www.darwinproject.ac.uk>.

14 R. Richards, *Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior*, The University of Chicago Press, Chicago and London 1987; A. Desmond e J. Moore, *Darwin*, Bollati Boringhieri, Torino 1992; J. Browne, *Charles Darwin: Voyaging*, vol. I, e *Charles Darwin: The Power of Place*, vol. II, Pimlico, London 2003; Wyhe John van, *Mind the Gap: Did Darwin avoid publishing his theory for many years?*, in «Notes and Records of the Royal Society», 61, 2007, pp. 177-205.

15 Rimasto in parte manoscritto e pubblicato solo nel 1975 (C. Darwin, *Charles Darwin's Natural Selection, being the Second Part of His Big Species Book Written from 1856 to 1858*, Cambridge University Press, Cambridge and London 1975).

16 Su Wallace si vedano: M. Fichman, *An Elusive Victorian: The Evolution of Alfred Russel Wallace*, The University of Chicago Press, Chicago and London 2004; F. Foher, *L'uomo che gettò nel panico Darwin*, Bollati Boringhieri, Torino 2006.

17 Cfr. *infra*, «Nota alla traduzione», p. XLI.

18 Per la ricostruzione di questo episodio si vedano: A. Desmond e J. Moore, *Darwin*, cit.; J. Browne, *Charles Darwin: The Power of Place*, cit.

19 Su Huxley si vedano: M.A. Di Gregorio, *T. H. Huxley's Place in Natural Science*, Yale University Press, New Haven 1984; A. Desmond, *Huxley*, Penguin Books, London 1998.

20 Dell'abbondante letteratura su Darwin, darwinismo e antidarwinismo si vedano per esempio: G. Landucci, *Darwinismo a Firenze*, Olschki, Firenze 1977; A. La Vergata, *Images of Darwin*, in D. Kohn (a cura di), *The Darwinian Heritage*, Princeton, University Press in association with Nova Pacifica, 1985, pp. 901-72; T.F. Glick (a cura di), *The Comparative Reception of Darwinism*, The University of Chicago Press, Chicago and London 1988; C.E. Russett, *Sexual Science. The Victorian Construction of Womanhood*, Harvard University Press, Cambridge and London 1989; G. Pancaldi, *Darwin in Italy. Science across Cultural Frontiers*, Indiana University Press, Bloomington 1991; A. Desmond, *Huxley*, cit.; A. Burgio (a cura di), *Nel nome della razza*, Il Mulino, Bologna 1999; R. Maiocchi, *Scienza italiana e razzismo fascista*, La Nuova Italia, Firenze 1999; P. Govoni, *Un pubblico per la scienza. La divulgazione scientifica nell'Italia in formazione*, Carocci, Roma 2002; D.C. Lindberg e R.L. Numbers (a cura di), *When Science and Christianity Meet*, The University of Chicago Press, Chicago and London 2003; M.A. Di Gregorio, *From Here to Eternity. Ernst Haeckel and Scientific Faith*, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2005; C. Pogliano, *L'ossessione della razza. Antropologia e genetica nel XX secolo*, Scuola Normale Superiore, Pisa 2005; M. Artigas, T.F. Glick e R.A. Martínez, *Negotiating Darwinism: The Vatican Confronts Evolution, 1877-1902*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore 2006; T. Pievani, *Creazione senza Dio*, Einaudi, Torino 2006; G. Corbellini, *EBM. Medicina basata sull'evoluzione*, Laterza, Roma-Bari 2007; S. Horn e S. Wiedenhofer (a cura di), *Creazione ed evoluzione. Un convegno con Papa Benedetto XVI a Castel Gandolfo*, Edizioni Dehoniane, Bologna 2007; B. Kleeberg, *God-Nature Progressing. Natural Theology in German Monism*, in «Science in Context», 20, 2007, pp. 537-69; F. Facchini, *Le sfide dell'evoluzione: in armonia tra scienza e fede*, Jaca Book, Milano 2008; M. Luzzatto, *Preghiera darwiniana*, Cortina, Milano 2008.

CRONOLOGIA DELLA VITA E DELLE OPERE

1809 Charles Robert Darwin nasce il 12 febbraio a Shrewsbury, in Inghilterra, quinto figlio di Robert Waring Darwin, medico e ricco azionista, e di Susanna Wedgwood, figlia del fondatore della fabbrica di ceramiche che porta ancora quel nome. Il nonno paterno Erasmus Darwin, medico, poeta e propagandista delle idee evoluzionistiche dell'età dell'Illuminismo, era stato, insieme con il nonno materno, tra i protagonisti della rivoluzione industriale inglese.

1817 La sua educazione viene affidata a un ministro di culto unitariano dalle convinzioni religiose moderate. La madre Susanna muore nell'estate: Darwin ha otto anni e non ne conserverà un ricordo preciso.

1818 A settembre viene mandato alla Shrewsbury School, una scuola convitto molto tradizionale che prepara studenti destinati a completare gli studi nelle Università di Cambridge e Oxford. Darwin trova la scuola poco stimolante. La frequenta fino al giugno 1825.

1819 Mostra interesse per le collezioni naturalistiche e poi per la chimica, cui è introdotto dal fratello maggiore Erasmus, con il quale allestisce un piccolo laboratorio nella casa di famiglia.

1825 Da ottobre, insieme con Erasmus, è studente di medicina all'università di Edimburgo, dove aveva studiato anche il padre. Qui entra in contatto con un naturalista, Robert Grant, seguace delle idee evoluzionistiche di Lamarck. Grant guida Darwin in alcune ricerche di storia naturale.

1827 Lascia Edimburgo, abbandonando gli studi di medicina per i quali non si sente portato.

1828 Indirizzato anche questa volta dal padre, in gennaio si trasferisce all'università di Cambridge e, da ottobre, è membro del Christ's College con il progetto di intraprendere poi una carriera nella Chiesa d'Inghilterra. A Cambridge è testimone dei fermenti politici e religiosi che accompagnano la campagna per le riforme parlamentari del 1831-32.

1831 In gennaio supera gli esami finali per il Bachelor of Arts, classificandosi decimo su centosessantotto candidati. A Cambridge segue soprattutto una serie di lezioni e corsi marginali rispetto al curriculum ufficiale, che lo portano a contatto con la botanica e la geologia del tempo e rafforzano il suo interesse per la storia naturale. Tra i professori frequenta assiduamente quello di botanica, John Stevens Henslow, che diventa suo mentore e lo presenta ad altri studiosi, come il geologo Adam Sedgwick e lo storico e filosofo della scienza William Whewell. In agosto compie un'escursione geologica di due settimane con Sedgwick nel nord del Galles. Al ritorno a Shrewsbury trova una lettera di Henslow, che gli offre la possibilità di imbarcarsi, come naturalista e compagno di viaggio del capitano, a bordo di una nave della marina britannica che compierà un giro del mondo. Superate le resistenze del padre, in settembre accetta l'offerta e il 27 dicembre salpa con il *Beagle*, comandato dal capitano Robert Fitzroy. Le spese di Darwin durante il viaggio, che durerà cinque anni, sono sostenute dal padre. L'attività di naturalista e collezionista gli guadagna tra i compagni di viaggio il soprannome di *Philos* («filosofo»).

1836 Il 2 ottobre rientra in Inghilterra. Nel frattempo ha lavorato intensamente come geologo e naturalista, raccogliendo collezioni importanti, che attirano l'attenzione dei professori di Cambridge con i quali è rimasto in contatto. A bordo ha assimilato i *Principi di geologia*, un'opera radicale di Charles Lyell, che al rientro diventa ispiratore dei suoi studi, amico e nuovo mentore. Si stabilisce a Londra, una delle capitali della ricerca scientifica del tempo, con il progetto di pubblicare i risultati del lavoro condotto durante il

viaggio.

1837 In gennaio tiene la sua prima relazione alla Società geologica di Londra. In luglio comincia a scrivere appunti nel primo dei suoi taccuini privati dedicati alla «trasmutazione delle specie», che intitola «Zoonomia», come l'opera di orientamento evoluzionistico pubblicata dal nonno Erasmus nel 1794-96.

1838 Legge il *Saggio sul principio della popolazione* dell'economista Robert Malthus, le cui idee sono assai diffuse nei circoli intellettuali e politici che Darwin frequenta. In settembre annota nei taccuini privati una delle prime formulazioni della teoria della selezione naturale. In altri taccuini, dove affronta temi filosofici e antropologici nel solco della tradizione dell'empirismo britannico, registra una sua propensione per il materialismo. Si fida con Emma Wedgwood, prima cugina, donna colta e dall'educazione cosmopolita. Le ferme convinzioni religiose di Emma, che contrastano con il progressivo allontanamento di Darwin dalla religione, non sembrano creare grossi problemi al loro rapporto, che sarà sempre caratterizzato da un profondo affetto.

1839 Il 29 gennaio sposa Emma e con lei si stabilisce a Londra. Le rendite delle rispettive famiglie assicurano alla coppia una vita agiata. Avranno dieci figli. In maggio pubblica una prima versione di quello che diventerà il *Viaggio di un naturalista intorno al mondo* e darà a Darwin la notorietà. È eletto membro della Royal Society. Si manifestano i primi segni di una salute malferma che lo accompagnerà per il resto della vita: problemi di stomaco, nausea, vomito, sensazioni di svenimento.

1842 Scrive, a matita, uno *sketch* di trentacinque pagine sulla teoria della selezione naturale, che non fa circolare e per il momento non ha intenzione di pubblicare. Pubblica invece un volume sulle *Scogliere coralline*. In settembre si trasferisce con la famiglia in una casa di campagna, Down House, a Downe nel Kent, a circa trenta chilometri da Londra. Diventa la sua casa-

laboratorio: qui per quarant'anni combina un lavoro intenso con i piaceri e i dolori della vita familiare e una limitata vita sociale. Tramite una fitta corrispondenza, in realtà, tiene rapporti quotidiani con l'élite scientifica londinese e contatti sistematici con esperti naturalisti di ogni parte del mondo.

1844 In febbraio completa una nuova esposizione — nota come *Essay* — della teoria della selezione, in duecentotrentuno pagine. Ne fa fare una copia e l'affida alla moglie perché la pubblichi in caso di morte. Comincia a rivelare le sue idee evoluzioniste a pochi amici fidati, tra i quali il giovane botanico Joseph Dalton Hooker, da cui riceve incoraggiamento. In ottobre viene pubblicata un'opera anonima, intitolata *Vestigia della storia naturale della creazione*, che riscuote un grande successo di pubblico, ma viene condannata dall'élite scientifica per le idee evoluzioniste e materialiste, considerate potenzialmente sovversive. Darwin teme di essere identificato come l'autore del libro (che è invece l'editore e giornalista Robert Chambers), ma nello stesso tempo si sente incoraggiato a continuare i suoi studi sul problema delle specie.

1846 Con la pubblicazione di un terzo volume, le *Osservazioni geologiche sul Sudamerica*, conclude la serie delle ricerche geologiche basate sull'esperienza del *Beagle*. Comincia a studiare con sistematicità i cirripedi, un gruppo di crostacei che aveva attirato la sua attenzione durante il viaggio e che rafforzerà le sue convinzioni evoluzionistiche.

1848 Muore il padre.

1851 Muore, ad appena dieci anni, la prediletta figlia Anne. In alcune riflessioni in occasione di quella perdita crudele, Darwin combina considerazioni sul male, la possibilità che i suoi figli soffrano tutti di qualche malattia ereditaria e la lotta per l'esistenza.

1854 Completa la pubblicazione degli studi sui *Cirripedi*, che consolidano le sue credenziali di raffinato zoologo.

1856 Su consiglio di Lyell comincia a scrivere un trattato in più volumi sul problema delle specie. L'obiettivo è di riproporre una concezione evoluzionistica degli esseri organici, evitando le critiche che erano state mosse a Lamarck negli ultimi cinquant'anni e le accuse di materialismo e irreligiosità sollevate contro l'evoluzionismo popolare di opere come le *Vestigia della storia naturale della creazione*.

1858 Il trattato è circa a tre quarti della stesura quando, il 18 giugno, Darwin riceve una lettera da Alfred Russel Wallace, un naturalista che si trovava allora nell'arcipelago malese. La lettera accompagnava il manoscritto di un saggio in cui Wallace, anch'egli seguace delle idee di Malthus, esponeva una teoria del cambiamento evolutivo molto simile a quella cui Darwin stava lavorando da vent'anni. Wallace chiedeva a Darwin di trasmettere il suo saggio a Lyell in vista della pubblicazione. Temendo di perdere il riconoscimento per la priorità del suo lavoro, Darwin si affida a Lyell e Hooker per una soluzione. Il 1° luglio i due presentano alla Linnean Society di Londra un estratto del saggio mai pubblicato che Darwin aveva scritto nel 1844, copia di una lettera di Darwin al botanico americano Asa Gray in cui, nel 1857, parlava della sua teoria, e il saggio di Wallace. Più tardi, nel corso dell'anno, la pubblicazione congiunta dei saggi di Darwin e Wallace nella rivista della Linnean Society è la prima notizia della teoria della selezione naturale a circolare pubblicamente. In luglio Darwin comincia a scrivere un «riassunto» del suo trattato, che renda giustizia del lavoro ventennale. All'inizio il proposito è di scrivere un lungo articolo, ma il «riassunto» diventa progressivamente un libro di quasi cinquecento pagine.

1859 In settembre Lyell annuncia con enfasi alla British Association for the Advancement of Science, riunita ad Aberdeen, l'imminente pubblicazione del libro di Darwin. Il 24 novembre l'editore John Murray pubblica a Londra l'*Origine*. Il titolo completo è: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. La tiratura della

prima edizione è di 1250 copie, tutte subito prenotate dai librai.

1860 Recensendo l'*Origine*, in aprile, Thomas Huxley conia il termine «darwinismo». Nella stessa recensione il libro è presentato come una potente arma nelle mani del liberalismo. Il 30 giugno, davanti all'assemblea della British Association riunita a Oxford, Huxley e il vescovo Samuel Wilberfoce si scontrano sui meriti dell'evoluzionismo, dell'*Origine* e delle ipotesi sulle origini animali dell'uomo in un dibattito al quale viene data ampia eco sulla stampa. Murray intanto, in gennaio, ha stampato una seconda edizione di tremila copie.

1862 Darwin pubblica un libro sulla *Fecondazione delle orchidee*. Contiene pagine straordinarie sui meravigliosi adattamenti tra le orchidee e gli insetti che ne assicurano la fecondazione. Viene apprezzato particolarmente da Asa Gray e da altri naturalisti che stanno cercando di conciliare l'evoluzionismo darwiniano con la tradizione religiosa.

1863 Huxley, che intanto sta divulgando l'evoluzionismo — ma non la teoria della selezione — in una serie di lezioni popolari, in un libro intitolato *Il posto dell'uomo nella natura* affronta in una prospettiva evoluzionistica il tema dell'origine dell'uomo, che Darwin aveva evitato nell'*Origine*.

1868 Darwin pubblica un trattato in due volumi sulla *Variazione degli animali e delle piante allo stato domestico*. Rispondendo ad alcune critiche, vi sviluppa una nuova ipotesi per spiegare i fenomeni dell'eredità: l'ipotesi della «pangenesi».

1869 Huxley conia la parola «agnostico», che Darwin userà a volte per indicare il proprio atteggiamento nei confronti della religione, per distinguersi dall'ateo che «nega l'esistenza di Dio».

1871 Pubblica, in due volumi, *L'origine dell'uomo e la*

scelta in rapporto al sesso. Vi affronta per la prima volta pubblicamente i temi antropologici che avevano accompagnato le sue riflessioni private sull'evoluzione fin dal 1838. Dedicava un apposito paragrafo alla spiegazione, in termini strettamente evoluzionistici e naturalistici, della credenza in Dio e del sentimento religioso.

1872 Pubblica *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali*.

1873 Karl Marx spedisce a Darwin una copia del *Capitale*. Nella dedica si dichiara «suo sincero ammiratore».

1875-1881 Pubblica ancora diversi volumi di argomento botanico, che lo pongono al centro di una vivace comunità internazionale di seguaci, e un libro su *La formazione della terra vegetale ad opera dei lombrichi*.

1882 Muore a Down House il 19 aprile, dopo una serie di attacchi di cuore che lo avevano colpito negli ultimi mesi. A quel punto l'*Origin* era stata tradotta in undici lingue, Murray ne aveva stampate 24.000 copie e Darwin era considerato uno dei maggiori scienziati di tutti i tempi. Tutto era pronto per una sepoltura nel semplice cimitero di Downe, la parrocchia alla quale l'«agnostico» Darwin aveva dedicato per quarant'anni le attenzioni e le risorse che ci si aspettava da un ricco parrocciano. Ma gli amici dell'élite scientifica londinese fecero pressioni in Parlamento per ottenere qualcosa di più appropriato alle loro ambizioni: il 26 aprile 1882 il non credente Darwin fu sepolto con cerimonia solenne nell'Abbazia di Westminster, a due passi dalla tomba di Isaac Newton.

NOTA ALLA TRADUZIONE

Questa traduzione della prima edizione dell'*Origine*, pubblicata a Londra da John Murray il 24 novembre 1859, è stata condotta sulla riproduzione fotografica disponibile nel sito *The Complete Work of Charles Darwin Online*, curato da John van Wyhe, all'indirizzo <http://darwin-online.org.uk/>. Il volume originale appartiene a The Balfour and Newton Libraries, Cambridge, ed è firmato nella pagina del titolo «Alfred Newton, Decbr 4th 1859». Alfred Newton (1829-1907) fu, dal 1866, il primo titolare della cattedra di zoologia e anatomia comparata all'università di Cambridge.

La traduzione dei brani tratti dalla sesta edizione dell'*Origine*, l'ultima curata da Darwin e pubblicata nel febbraio del 1872, è stata condotta sulla riproduzione fotografica disponibile nel sito citato. Il volume originale appartiene al Natural History Museum di Londra.

La prosa di Darwin nell'*Origine*, secondo un giudizio frequente tra i commentatori di madrelingua inglese, è complessa e, a confronto con l'inglese di oggi, ovviamente «antiquata».

La complessità della prosa, a dire il vero, è maggiore nelle edizioni più tarde, dove Darwin, spinto dalla necessità di confrontarsi con la vastissima letteratura prodotta in risposta alla sua opera, fu costretto a lunghe digressioni e a delicati compromessi. La prosa della prima edizione, che traduciamo, è in effetti più efficace e relativamente scorrevole. Trovandosi a scrivere circa cinquecento pagine in appena tredici mesi, in ogni pagina di questa prima edizione Darwin fu sostenuto dallo sforzo di produrre «una sola lunga argomentazione», capace di convincere colleghi e lettori della necessità di adottare un nuovo punto di vista e una nuova teoria: il punto di vista secondo cui «le varietà sono specie incipienti» e la selezione naturale è il principale motore della trasformazione incessante delle forme di vita.

Nella prima edizione certe asperità della scrittura darwiniana sono generate, semmai, dalla fretta e dall'ansia dell'autore di citare tutte le testimonianze favorevoli e

contrarie al suo punto di vista, senza entrare però fino in fondo nei dettagli che — pensava — avrebbe illustrato per intero in un'opera successiva e molto più ampia, che non fu mai scritta.

Un'altra fonte di complessità della prosa darwiniana, ben evidente anche in questa prima edizione, è il «doppio registro» della sua scrittura. Come ha sottolineato Gillian Beer, nell'*Origine* Darwin combina discorso scientifico e discorso comune, prosa colta e lingua popolare. Ciò è evidente già nella denominazione delle forme viventi. Darwin usa il più possibile i nomi comuni di piante e animali, ma quando deve riferirsi a qualche forma particolare ricorre senza esitazione ai nomi scientifici, che sono però, come è ovvio, quelli del suo tempo e spesso non coincidono con quelli attuali. Mentre Darwin scriveva, del resto, la comunità degli esperti aveva appena cominciato a sviluppare degli standard riconosciuti al riguardo.

Darwin, in ogni caso, scriveva per un pubblico variegato, come era variegata la popolazione della sua fitta rete di corrispondenti, che comprendeva i massimi esperti di scienze naturali del tempo insieme con allevatori, agricoltori, giardinieri e «dilettanti colti» di ogni tipo, oggi sconosciuti ai più, ma ricordati a profusione nell'*Origine*.

In questa traduzione abbiamo evitato di sovrapporre alla prosa e al lessico di Darwin usi e standardizzazioni successive. Ci ha aiutato l'avvicinamento che si è verificato tra la lingua inglese e l'italiana negli ultimi decenni. Un esempio sarà sufficiente in proposito: abbiamo potuto utilizzare «adattativo» o «adattivo», oggi largamente accettati, per il darwiniano *adaptive*, che costringeva i primi traduttori italiani a perifrasi più o meno complesse.

Abbiamo anche cercato di rispettare il lessico darwiniano nelle molte espressioni e passi nei quali l'autore comunicava l'implicita «filosofia della scienza» cui aderiva. Questo esercizio riserva delle sorprese, soprattutto per il lettore italiano.

Darwin usa con parsimonia termini che invece, nel parlare italiano intorno a Darwin (e alla scienza in generale), sono spesso inflazionati. Qualche esempio è illuminante. Nelle circa cinquecento pagine dell'*Origine*, *idea/s* ricorre appena 16 volte, *hypothesis/es* soltanto 8 e *phenomena* una volta sola. Anche a proposito della «verità» Darwin era parco: *truth* registra 30 occorrenze, bilanciate dalle 29 occorrenze di

ignorance/ ignorant, di cui 13 all'interno della frase «our *ignorance*». *Theory/ies* è molto frequente: 129 occorrenze. Ma *view/s* — nell'accezione di opinione, giudizio, punto di vista, concezione — lo è molto di più: 198 occorrenze. E, si badi, Darwin usava *view* per indicare le sue opinioni altrettanto spesso che quelle degli altri. Chiaramente *view*, più di *theory*, è la parola che nel lessico di Darwin esprime meglio il tipo di lavoro — spesso congetturale e altamente interattivo — in cui si sentiva impegnato insieme con i colleghi e gli interlocutori interessati al problema delle specie.

La consapevolezza del lessico darwiniano è aumentata naturalmente negli ultimi decenni con l'introduzione degli strumenti per il trattamento elettronico dei testi. Nel lavoro di traduzione ci siamo serviti, tra l'altro, della preziosa *Concordance to Darwin's Origin of Species, First Edition*, curata da Paul H. Barrett, Donald J. Weinshank e Timothy T. Gottleber nel 1981. Per ricostruire le revisioni infinite introdotte da Darwin nelle sei edizioni dell'*Origine* da lui curate, resta invece fondamentale *The Origin of Species by Charles Darwin. A Variorum Text*, a cura di Morse Peckham, del 1959.

I traduttori italiani che si sono cimentati con l'*Origin* nel corso degli anni si sono imbattuti in vari problemi. Basterà un esempio per farsene un'idea. Nel 1864 i primi traduttori — Giovanni Canestrini e Leonardo Salimbeni, che lavoravano sulla terza edizione inglese e tenevano sott'occhio la traduzione francese di Clémence Royer — non trovando ancora in italiano la parola «selezione», fin dal titolo tradussero *natural selection* con «elezione naturale», con i problemi che si possono immaginare. «Elezione naturale» si trovava ancora nelle edizioni popolari dell'*Origine* che circolavano in Italia negli anni Trenta del Novecento.

I problemi dei primi traduttori italiani naturalmente dipendevano in parte dalla scarsa conoscenza dell'inglese nell'Italia del tempo: Giovanni Canestrini, per esempio, preferiva scrivere a Darwin in francese anziché in inglese. Ma c'era anche la questione, già ricordata, del doppio registro della scrittura darwiniana. Le traduzioni italiane, nate per lo più in ambiente accademico, sovrapponevano spesso alla lingua del non accademico Darwin i propositi di una maggiore precisione lessicale, un linguaggio forbito e una nomenclatura «rigorosa» (o semplicemente più recente), anche là dove Darwin aveva usato un registro popolare. Il

risultato era un'*Origine* più accademica del testo che Darwin aveva concepito e scritto per la popolazione variegata di cui si è detto.

La frequente «nazionalizzazione» dei nomi delle piante e degli animali menzionati da Darwin — per cui, per esempio, il *runt pigeon* di Darwin diventava il «colombo romano» di Canestrini — è un altro fenomeno interessante. Ma ancora più istruttivo sarebbe ricostruire come, nelle traduzioni italiane, una venatura vagamente romantica venisse sovrapposta ai non molti brani in cui Darwin — sospendendo per un momento il suo frenetico argomentare sui rapporti tra organismo e organismo, lotta, distribuzione geografica, risorse e competitori — concedeva al lettore una scena semplicemente naturalistica, come quella famosa dell'ultima pagina.

Ci riferiamo all'immagine, citata mille volte, della «spiaggia ridente» (traduzione di Giovanni Canestrini e Leonardo Salimbeni, Zanichelli, Modena 1864), «plaga lussureggiante» (Luciana Fratini, Boringhieri, Torino 1959), o «rigogliosa ripa fluviale» (Celso Balducci, Newton Compton, Roma 1974), per avvertire il lettore che, ahimè, quella plaga o spiaggia lussureggiante, ridente e rigogliosa non esiste proprio nel testo di Darwin. In quella pagina famosa Darwin evocava soltanto — si fa per dire — una «riva intricata» (*entangled bank*; dalla sesta edizione *tangled bank*): un esempio come un altro di quel groviglio di relazioni tra organismo e organismo, tra condizioni di vita ed eredità, che secondo la sua rischiosa e difficile teoria racchiudeva il segreto della graduale e imprevedibile produzione di «forme senza fine, bellissime e meravigliose».

G.P.

Ma con riferimento al mondo materiale possiamo spingerci ad affermare almeno questo: noi percepiamo che gli eventi non si verificano per interventi isolati del potere divino esercitato in ogni caso particolare, ma mediante l'instaurazione di leggi generali.

William Whewell

Nessuno, dunque, concludendo, per un errato concetto di modestia o per una malintesa moderazione, dovrà pensare che un uomo possa spingersi troppo oltre nella ricerca, o troppo conoscere il libro della parola di Dio o quello delle sue opere: teologia e filosofia. Gli uomini dovranno piuttosto sforzarsi di giungere a un infinito progresso e a un'infinita perizia nell'una e nell'altra scienza.

Francis Bacon

Down, Bromley, Kent, 1 ottobre 1859

Su
L'ORIGINE DELLE SPECIE
PER SELEZIONE NATURALE
o la
CONSERVAZIONE DELLE RAZZE FAVORITE
NELLA LOTTA PER LA VITA

DI Charles Darwin, M.A.
SOCIO DELLA ROYAL SOCIETY, DELLA GEOLOGICAL
SOCIETY, DELLA LINNEAN SOCIETY ECC.;
autore del «Giornale delle ricerche condotte durante
il viaggio della nave di Sua Maestà Britannica *Beagle*
intorno al mondo»

Londra
John Murray, Albemarle Street
1859

INTRODUZIONE

Quando ero a bordo della nave di Sua Maestà Britannica *Beagle* come naturalista, fui molto colpito da alcuni fatti riguardanti la distribuzione degli abitanti dell'America del Sud e i rapporti geologici tra gli abitanti attuali e quelli che occupavano un tempo quel continente. Mi sembrò che quei fatti gettassero qualche luce sull'origine delle specie — quel mistero dei misteri, come lo ha chiamato uno dei nostri maggiori filosofi. Tornato a casa, nel 1837, pensai che forse si poteva provare a capire la questione accumulando pazientemente e riflettendo su tutti i tipi di fatti che avevano rilevanza in proposito. Dopo cinque anni di lavoro mi permisi di fare qualche speculazione sull'argomento e scrissi alcune brevi note che, nel 1844, approfondii in un abbozzo di conclusioni che mi sembravano probabili. Da allora a oggi ho atteso con regolarità allo stesso tema. Confido che mi si vorrà perdonare se entro in simili dettagli personali: li fornisco solo per mostrare che non sono stato precipitoso nel pervenire a una conclusione.

Il mio lavoro ora è quasi terminato, ma poiché mi ci vorranno due o tre anni ancora per completarlo e la mia salute è tutt'altro che robusta, sono stato sollecitato a pubblicare questo riassunto. Mi ha indotto a farlo, più in particolare, il fatto che il signor [Wallace](#), il quale sta studiando la storia naturale dell'arcipelago malese, è arrivato quasi alle stesse conclusioni generali cui sono giunto io sull'origine delle specie. L'anno scorso egli mi ha spedito una memoria sull'argomento, con la richiesta di inoltrarla a Sir Charles Lyell. Questi l'ha inviata alla Linnean Society ed è ora pubblicata nel terzo volume della rivista di quella società. Sir Lyell e il dottor Hooker, entrambi già informati del mio lavoro — il secondo aveva letto il mio abbozzo del 1844 — mi fecero l'onore di propormi la pubblicazione, insieme con l'eccellente memoria del signor Wallace, di qualche breve estratto dei miei manoscritti.

Il riassunto che pubblico ora è per forza di cose imperfetto. In questa sede non posso citare le fonti autorevoli a sostegno di molte mie affermazioni e devo confidare che il lettore vorrà riporre qualche fiducia nella mia accuratezza. Senza

dubbio alcuni errori si saranno insinuati qua e là, ma spero di essere stato sempre cauto nell'affidarmi soltanto a fonti attendibili. In questa sede posso esporre soltanto le conclusioni generali cui sono pervenuto, illustrate da alcuni fatti che, spero, in molti casi saranno sufficienti. Nessuno può essere più sensibile di me alla necessità di pubblicare in dettaglio tutti i fatti, con i relativi riferimenti, su cui le mie conclusioni sono basate e spero di farlo in un lavoro futuro. Sono ben consapevole che non vi è forse un solo punto, tra quelli discussi in questo volume, per il quale non si possano addurre dati che spesso sembrano portare a conclusioni diametralmente opposte a quelle cui sono pervenuto io. Si può raggiungere un risultato equo solo enunciando e soppesando compiutamente i fatti e le argomentazioni da entrambi i lati di ogni questione, cosa che non può proprio essere compiuta in questa sede.

Mi dispiace molto che la mancanza di spazio mi neghi la soddisfazione di manifestare la mia gratitudine per la generosa assistenza che ho ricevuto da parte di tanti naturalisti, che in alcuni casi non conosco personalmente. Non posso tuttavia non esprimere qui il mio profondo debito nei confronti del dottor Hooker, che negli ultimi quindici anni mi ha aiutato in ogni modo possibile con le sue vaste conoscenze e l'eccellente capacità di giudizio.

Nel considerare l'origine delle specie è ben comprensibile che un naturalista — riflettendo sulle affinità reciproche tra gli esseri organici, sulle loro relazioni embriologiche, sulla distribuzione geografica, sulla successione geologica e altri simili fatti — possa pervenire alla conclusione che le specie non sono state create indipendentemente, ma sono discese, come se si trattasse di varietà, da altre specie. Una tale conclusione, tuttavia, anche se ben fondata, sarebbe insoddisfacente finché non si potesse mostrare come le innumerevoli specie che abitano questo mondo si siano modificate così da acquisire quella perfezione di struttura e coadattamento che suscita giustamente la nostra ammirazione. I naturalisti si riferiscono continuamente alle condizioni esterne — quali il clima, il cibo ecc. — come all'unica possibile causa di variazione. In un senso molto limitato, come vedremo in seguito, ciò può essere vero. Ma è insensato attribuire alle sole condizioni esterne, per esempio, la struttura del picchio, con il piede, la coda, il becco e la lingua così mirabilmente adattati alla caccia degli insetti che si trovano sotto la corteccia degli alberi. Nel caso del [vischio](#)

— che ricava il suo nutrimento da certi alberi, i cui semi devono essere trasportati da certi uccelli e ha dei fiori con i sessi distinti, che richiedono assolutamente l'intervento di certi insetti perché il polline sia trasportato da un fiore all'altro — è parimenti insensato spiegare la struttura di questo parassita, e le relazioni che intrattiene con tanti diversi esseri organici, ricorrendo agli effetti delle condizioni esterne, o dell'abitudine, o della volizione della pianta stessa.

Suppongo che l'autore delle *Vestiges of Creation* direbbe che, dopo un numero imprecisato di generazioni, qualche uccello ha dato vita al picchio e qualche pianta al [vischio](#), e che essi sono stati prodotti già perfetti come ora li vediamo. Ma non mi sembra che ciò costituisca una spiegazione, perché non affronta, e lascia inspiegata, la questione dei coadattamenti degli esseri organici l'uno all'altro e alle condizioni fisiche di vita.

È dunque della massima importanza acquisire una chiara percezione dei mezzi di modificazione e coadattamento. All'inizio delle mie osservazioni mi sembrò probabile che uno studio accurato degli animali domestici e delle piante coltivate offrisse la migliore opportunità per risolvere questo oscuro problema. Non sono stato deluso: in questo, come in tanti altri casi che sono fonte di perplessità, ho scoperto che la nostra conoscenza della [variazione allo stato domestico](#), per quanto imperfetta, offre l'indizio migliore e più sicuro. Posso anzi affermare che, a mio giudizio, questi studi hanno un grande valore, sebbene siano stati per lo più trascurati dai naturalisti.

Partendo da queste considerazioni dedicherò il primo capitolo di questo riassunto alla variazione allo stato domestico. Vedremo così che una notevole quantità di modificazioni ereditarie è per lo meno possibile e — cosa altrettanto o forse ancora più importante — vedremo quale grande potere abbia l'uomo di accumulare, con la sua opera di selezione, le piccole variazioni successive. Passerò poi a considerare la variabilità delle specie allo stato di natura; ma, sfortunatamente, sarò costretto a trattare questo argomento in modo troppo sintetico, considerato che, per farlo adeguatamente, sarebbe necessario addurre lunghi cataloghi di fatti. Potremo, tuttavia, entrare nel merito delle circostanze più favorevoli alla variazione. Nel capitolo successivo considereremo la lotta per l'esistenza tra tutti gli esseri organici in qualunque parte del mondo, lotta che

deriva inevitabilmente dall'elevata potenzialità che gli organismi hanno di crescere in progressione geometrica. Questa è la dottrina di Malthus applicata all'insieme dei regni animale e vegetale. Poiché nascono molti più individui di ogni specie di quanti possono sopravvivere e poiché, di conseguenza, vi è una ricorrente lotta per la vita, ne segue che qualsiasi essere che varia in modo per lui vantaggioso in condizioni di vita complesse e talvolta mutevoli avrà una maggiore possibilità di sopravvivere e dunque di essere *selezionato naturalmente*. In base al solido principio dell'eredità, qualsiasi varietà selezionata tenderà a propagare la sua nuova forma modificata.

L'argomento fondamentale della selezione naturale sarà trattato con qualche ampiezza nel quarto capitolo, dove vedremo anche come essa produca quasi inevitabilmente l'estinzione delle forme di vita meno migliorate, provocando ciò che ho chiamato **divergenza dei caratteri**. Nel capitolo successivo discuterò le leggi complesse e poco conosciute della variazione e della correlazione della crescita. Nei quattro capitoli successivi saranno illustrate le difficoltà della teoria che appaiono più evidenti e gravi. Vale a dire, in primo luogo, le difficoltà delle transizioni, cioè di comprendere come un essere semplice o un semplice organo possano essere cambiati ed essersi perfezionati diventando un essere altamente sviluppato o un organo dalla struttura elaborata; in secondo luogo, l'argomento dell'istinto o delle facoltà mentali degli animali; in terzo luogo, l'ibridismo o l'infecundità delle specie e la fecondità delle varietà quando si incrociano; in quarto luogo, l'incompletezza della documentazione geologica. Nel capitolo seguente considererò la successione degli esseri organici nel corso del tempo. Nell'undicesimo e nel dodicesimo capitolo prenderò in esame la loro distribuzione geografica nello spazio e, nel tredicesimo, la classificazione e le affinità reciproche, tanto allo stato adulto quanto nella condizione dello sviluppo embrionale. Nell'ultimo capitolo fornirò una breve ricapitolazione dell'intero lavoro e qualche osservazione conclusiva.

Nessuno dovrebbe stupirsi di constatare quanto resta ancora inspiegato a proposito dell'origine delle specie e delle varietà, se si considera la nostra profonda ignoranza in merito alle relazioni reciproche tra tutti gli esseri che vivono intorno a noi. Chi può spiegare perché una specie ha una diffusione ampia ed è numerosa, mentre un'altra specie affine

ha una diffusione limitata ed è rara? Eppure queste relazioni sono della massima importanza, perché determinano la condizione di benessere attuale e, io credo, il successo e la modificazione futuri di ogni abitante di questo mondo. Ancora meno sappiamo a proposito delle relazioni tra gli innumerevoli abitanti del mondo vissuti durante le molte ere geologiche passate. Anche se molte cose restano oscure, e lo resteranno a lungo, dopo lo studio più ponderato e la valutazione più imparziale di cui sono capace non ho dubbi che la concezione condivisa da molti naturalisti, e che anch'io un tempo dividevo — cioè che ogni specie è stata creata indipendentemente —, è erronea. Sono fermamente convinto che le specie non sono immutabili, ma che le specie che appartengono a quelli che chiamiamo gli stessi generi discendono in linea diretta da qualche altra specie, per lo più estinta, nello stesso modo in cui le varietà riconosciute di una certa specie discendono da quella specie. Sono convinto, inoltre, che la selezione naturale sia stata il mezzo principale ma non esclusivo della modificazione.

CAPITOLO I

LA VARIAZIONE ALLO STATO DOMESTICO

Cause della variabilità — Effetti dell'abitudine — Correlazione della crescita — Eredità — Carattere delle varietà domestiche — Difficoltà di distinguere tra varietà e specie — Origine delle varietà domestiche da una o più specie — I colombi domestici, differenze e origine — Il principio della selezione seguito nell'antichità e i suoi effetti — Selezione metodica e selezione inconsapevole — Origine sconosciuta delle produzioni domestiche — Circostanze favorevoli all'esercizio della selezione da parte dell'uomo

Quando guardiamo gli individui della stessa varietà o sottovarietà delle piante e degli animali più antichi da noi coltivati e allevati, una delle prime cose che ci colpisce è che differiscono generalmente tra loro molto più di quanto differiscono gli individui di una specie o varietà allo stato di natura. Quando riflettiamo sulla grande diversità delle piante coltivate e degli animali addomesticati, che sono variati in tutte le epoche nelle condizioni di clima e di trattamento più diverse, credo che siamo indotti a concludere che questa maggiore variabilità è semplicemente dovuta al fatto che le nostre produzioni domestiche sono cresciute in condizioni di vita non altrettanto uniformi, e in qualche misura diverse, da quelle cui sono state esposte in natura le specie che le hanno generate. Ha una certa probabilità anche la tesi, sostenuta da Andrew Knight, secondo cui questa variabilità può essere collegata in parte all'eccesso di cibo. Sembra abbastanza chiaro che gli esseri organici, perché si produca una quantità apprezzabile di variazione, devono essere esposti per diverse generazioni alle nuove condizioni di vita e che, quando l'organizzazione ha cominciato a variare, generalmente continua a variare per molte generazioni. Non è stato registrato alcun caso di un essere che abbia cominciato a variare e che cessi di farlo quando è addomesticato. Le nostre piante coltivate più antiche, come il grano, spesso producono ancora delle nuove varietà e i nostri più antichi animali domestici sono ancora capaci di rapidi miglioramenti o modificazioni.

È stato oggetto di discussione in quale periodo della vita agiscono generalmente le cause della variabilità, quali che siano: se durante il periodo iniziale o quello successivo dello sviluppo dell'embrione, oppure nell'istante del concepimento. Gli esperimenti di Geoffroy St Hilaire mostrano che un trattamento innaturale dell'embrione provoca

mostruosità e nessuna chiara linea di distinzione permette di separare le mostruosità dalle semplici variazioni. Sono in ogni caso fortemente incline a sospettare che la causa più frequente della variazione possa essere la circostanza per cui gli elementi riproduttivi maschile e femminile sono stati sottoposti a qualche azione prima dell'atto del concepimento. Diverse ragioni mi inducono a crederlo, ma la principale è l'effetto notevole che la cattività o l'allevamento producono sulle funzioni del sistema riproduttivo: questo sistema sembra infatti più suscettibile di qualsiasi altra parte dell'organizzazione a ogni cambiamento nelle condizioni di vita. Domare un animale è una delle cose più facili, ma poche imprese sono più difficili che farlo riprodurre liberamente in cattività, anche nei molti casi in cui il maschio e la femmina si accoppiano. Quanti animali non si riproducono, pur essendo tenuti a lungo in condizioni di confinamento moderato nella loro terra natia! Solitamente ciò viene attribuito a una corruzione degli istinti, ma quante piante coltivate mostrano il massimo vigore eppure producono raramente o non producono affatto semi! In qualche caso del genere si è constatato che modestissimi cambiamenti, come per esempio un po' d'acqua in eccesso o in difetto in un periodo particolare della crescita, determineranno la produzione o meno di un seme da parte della pianta. In questa sede non posso addentrarmi negli abbondanti dettagli che ho raccolto su questo curioso argomento, ma per mostrare come sono singolari le leggi che determinano la riproduzione degli animali in cattività posso semplicemente ricordare che gli animali carnivori, anche quelli dei tropici, si accoppiano abbastanza liberamente in cattività nel nostro paese, con l'eccezione della famiglia dei plantigradi o degli orsi; mentre gli uccelli carnivori, con rarissime eccezioni, non depongono quasi mai uova feconde. Molte piante esotiche hanno del polline che non serve assolutamente a nulla, precisamente come accade negli ibridi più sterili. Quindi vediamo, da un lato, piante e animali domestici, benché spesso deboli e malaticci, riprodursi abbastanza liberamente in cattività e, dall'altro, individui che, sebbene catturati ancora giovani e perfettamente addomesticati, longevi e in buona salute (potrei darne numerosi esempi), hanno però il sistema riproduttivo così seriamente alterato, per cause impercettibili, da non riuscire ad agire. Perciò non ci dobbiamo stupire che in cattività questo sistema, quando pure è attivo, non agisca in modo pienamente regolare e produca una prole non perfettamente conforme ai genitori, ovvero variabile.

Si dice che la sterilità sia la rovina dell'orticoltura; ma, in questa prospettiva, dobbiamo attribuirla alla stessa causa che produce la variabilità, che è la fonte di tutti i frutti più preziosi del giardino. Posso aggiungere che, come alcuni organismi si riprodurranno

liberamente anche nelle condizioni più innaturali (per esempio il coniglio e il furetto tenuti in gabbia), mostrando che il loro sistema riproduttivo non ne è influenzato, così alcuni animali e piante sopporteranno l'addomesticamento o la coltivazione e varieranno poco, forse appena un po' di più che allo stato di natura.

Si potrebbe fornire facilmente un lungo elenco di [piante](#), dette dai giardinieri anomale, nelle quali un singolo germoglio o getto assume improvvisamente un carattere nuovo, talvolta molto diverso dal resto della pianta. Questi germogli possono essere propagati mediante innesti ecc. e qualche volta mediante semi. Le piante anomale sono estremamente rare in natura, ma non lo sono affatto nelle coltivazioni: in questo caso vediamo che il trattamento cui è stato sottoposto il genitore ha influenzato un germoglio o un getto, non gli ovuli o il polline. La maggior parte dei fisiologi, tuttavia, è convinta che non c'è una differenza essenziale tra un germoglio e un ovulo nei loro primissimi stadi di formazione, cosicché in effetti le piante anomale avallano la mia concezione secondo cui la variabilità può essere attribuita in larga misura alla circostanza per cui gli ovuli, il polline o entrambi sono stati influenzati dal trattamento cui il genitore è stato sottoposto prima dell'atto del concepimento. Questi casi mostrano, comunque, che la variazione non è necessariamente collegata, come alcuni suppongono, all'atto della generazione.

Le pianticelle prodotte da un seme dello stesso frutto e i piccoli della stessa figliata differiscono a volte tra loro notevolmente, sebbene — come ha osservato Müller — sia i piccoli che i genitori siano stati esposti apparentemente a identiche condizioni di vita. Il che mostra quanto poco importanti siano gli effetti diretti delle condizioni di vita rispetto alle leggi della riproduzione, della crescita e dell'eredità; perché se l'effetto fosse diretto, e uno qualsiasi dei piccoli fosse variato, probabilmente tutti sarebbero variati nella stessa maniera. È assai difficile stabilire, nel caso di una variazione, quanto si debba attribuire all'azione diretta del calore, dell'umidità, del cibo ecc.: la mia impressione è che nel caso degli animali questi agenti producano un effetto diretto molto piccolo e forse un effetto un poco maggiore nel caso delle piante. Da questa prospettiva, i recenti esperimenti del signor Buckman sulle piante sembrano assai pregevoli. Quando tutti o quasi gli individui esposti a certe condizioni sono influenzati nello stesso modo, il cambiamento appare a una prima valutazione direttamente dovuto a quelle condizioni; ma in alcuni casi si può mostrare che condizioni sostanzialmente opposte producono cambiamenti di struttura simili. Nondimeno penso che una certa, piccola quantità di cambiamento possa essere attribuita all'azione diretta delle condizioni di vita come, in qualche caso, le dimensioni che aumentano per la quantità di cibo, il colore che è dovuto a cibi

particolari e alla luce, e forse lo spessore della [pelliccia](#) che è riconducibile al clima.

Anche le abitudini hanno una decisa influenza, come nel caso delle piante il cui periodo di fioritura cambia quando vengono trasportate da un clima a un altro. Negli animali hanno un effetto più marcato: per esempio, ho riscontrato che nell'[anatra](#) domestica le ossa delle ali pesano di meno e quelle delle zampe di più, in proporzione a tutto lo scheletro, rispetto all'anatra selvatica; presumo che questo cambiamento possa essere attribuito senza difficoltà al fatto che l'anatra domestica vola molto di meno e cammina di più di quella selvatica. Il grande sviluppo, ereditario, delle [mammelle](#) delle vacche e delle capre nei paesi dove vengono abitualmente munte è un altro esempio dell'effetto dell'[uso](#). Non si conosce un solo animale domestico che, in qualche paese, non abbia le [orecchie](#) pendenti, e sembra probabile, come suggerito da alcuni autori, che esse dipendano dal disuso dei relativi muscoli, perché gli animali sono raramente in stato di allarme per un pericolo.

Molte leggi regolano la variazione e alcune, che possiamo solo intravedere, saranno menzionate brevemente in seguito. Qui accennerò soltanto a quella che possiamo chiamare correlazione della crescita. Qualsiasi cambiamento nell'embrione o nella larva comporterà quasi certamente dei cambiamenti nell'animale adulto. Nelle mostruosità le correlazioni tra parti ben distinte sono molto curiose: molti esempi in proposito sono forniti da Isidore Geoffroy St Hilaire nella sua grande opera sull'argomento. Gli allevatori ritengono che arti lunghi siano quasi sempre accompagnati da una testa allungata. Alcuni casi di correlazione sono piuttosto bizzarri: per esempio, i [gatti](#) con gli occhi azzurri sono immancabilmente sordi. Il colore e certe peculiarità della costituzione si presentano insieme: esistono esempi significativi di ciò sia tra gli animali sia tra le piante. Sulla base dei dati raccolti da [Heusinger](#), sembra che pecore e maiali bianchi reagiscano diversamente a certi veleni vegetali rispetto agli individui colorati. I [cani](#) senza pelo hanno denti imperfetti; gli animali con il pelo lungo e quelli con il pelo grezzo, si dice, hanno corna lunghe o multiple; i colombi con la zampa piumata hanno le dita esterne palmate; i colombi con il becco corto hanno le zampe piccole, mentre quelli con il becco lungo hanno le zampe grandi. Perciò, se l'uomo prosegue la sua opera di selezione, incrementando così una certa peculiarità, quasi certamente modificherà senza rendersene conto altre parti della struttura, per via delle misteriose leggi della correlazione della crescita.

Il risultato delle varie, per lo più sconosciute o appena percepite, leggi della variazione è infinitamente complesso e diversificato. Vale

certamente la pena studiare i numerosi trattati su alcune delle nostre antiche piante coltivate — come il giacinto, la patata, perfino la dalia ecc. — ed è davvero sorprendente notare gli infiniti punti della struttura e della costituzione in cui le varietà e le sottovarietà differiscono leggermente l'una dall'altra. L'intera organizzazione sembra diventata plastica e tende ad allontanarsi in piccola misura da quella del tipo parentale.

Qualsiasi variazione non venga ereditata è poco importante per noi. Ma il numero e la diversità delle deviazioni di struttura ereditabili, tanto di scarsa quanto di notevole importanza fisiologica, sono senza fine. Il trattato del dottor Prosper [Lucas](#), in due grossi volumi, è il più ricco e il migliore sull'argomento. Nessun allevatore mette in dubbio quanto sia forte la tendenza all'eredità, egli è fermamente convinto che il simile produca il simile: soltanto i teorici hanno sollevato dei dubbi su questo principio. Quando una deviazione appare di tanto in tanto, e la osserviamo nel padre come nel figlio, non possiamo escludere che sia dovuta alla stessa causa originaria che agisce su entrambi. Ma quando, tra individui esposti apparentemente alle stesse condizioni, una certa deviazione molto rara, dovuta a qualche combinazione straordinaria di circostanze, si presenta nel genitore — supponiamo uno su molti milioni di individui — e si ripresenta nel figlio, la semplice dottrina delle probabilità quasi ci costringe ad attribuire la sua ricomparsa all'eredità. Tutti avranno sentito parlare di casi di albinismo, pelle spinosa, pelosità diffusa ecc. che compaiono in diversi membri della stessa famiglia. Se deviazioni di struttura strane e rare sono davvero ereditate, si può senz'altro ammettere che deviazioni meno strane e più comuni siano ereditabili. Forse il modo corretto di guardare all'intera questione sarebbe considerare l'ereditabilità di un qualsiasi carattere come la regola e la non ereditabilità come l'anomalia.

Le leggi che governano l'eredità sono per lo più sconosciute: nessuno sa dire perché la stessa peculiarità in individui diversi della stessa specie o in individui di specie diverse qualche volta è ereditata e altre volte no; perché un discendente spesso torna a presentare certi caratteri del nonno, della nonna o di qualche altro progenitore molto più lontano; perché una certa peculiarità è spesso trasmessa da un sesso a entrambi i sessi o a un sesso soltanto, più comunemente ma non necessariamente allo stesso sesso. È un fatto di qualche importanza per noi che certe peculiarità che si presentano nei maschi dei nostri allevamenti domestici spesso siano trasmesse in modo esclusivo, o in misura preponderante, soltanto ai maschi. Una regola molto più importante di cui io credo ci possiamo fidare è che, in qualsiasi periodo della vita una certa peculiarità si presenti la prima volta, tende a presentarsi nella discendenza a un'età corrispondente, o

talvolta in anticipo. In molti casi non potrebbe essere diversamente: certe peculiarità ereditate nelle corna del bestiame possono apparire nei discendenti soltanto quando sono vicini alla maturità; e si sa che certe peculiarità del baco da seta appaiono nello stadio corrispondente al bruco o al bozzolo. Ma le malattie ereditarie e alcuni altri fatti mi fanno ritenere che la regola abbia un'estensione più ampia: anche quando non c'è una ragione apparente per cui una certa peculiarità dovrebbe presentarsi in un'età particolare, essa tuttavia tende a presentarsi nella prole nello stesso periodo in cui si era presentata la prima volta nel progenitore. Sono convinto che questa regola sia della massima importanza per spiegare le leggi dell'embriologia. Queste osservazioni naturalmente si limitano a considerare la prima *apparizione* della peculiarità e non la sua causa primaria, che può aver agito sugli ovuli o sull'elemento maschile; come nella discendenza frutto di un incrocio tra una vacca dalle corna corte e un toro dalle corna lunghe la maggiore lunghezza delle corna, anche se si presenta tardi nella vita, è chiaramente dovuta all'elemento maschile.

Poiché ho fatto riferimento alla [reversione](#), posso menzionare un'affermazione ricorrente tra i naturalisti, secondo cui le nostre varietà domestiche, tornate allo stato selvatico, riprenderebbero gradualmente ma inesorabilmente i caratteri dei loro ceppi originari. Di conseguenza qualcuno ha sostenuto che, a partire dalle razze domestiche, non si possono fare deduzioni sicure in merito alle specie nello stato di natura. Ho cercato invano di scoprire su quali fatti decisivi sarebbe basata quest'osservazione, spesso ripetuta con enfasi: si incontrano grandi difficoltà a volerne dimostrare la verità. Possiamo concludere con sufficiente certezza che un gran numero di varietà domestiche dalle caratteristiche più spiccate non potrebbero vivere in alcun caso allo stato selvatico. Molte volte non sappiamo quale fosse il ceppo originario e dunque non sapremmo dire se vi sia stata una reversione pressoché perfetta. Inoltre, per prevenire gli effetti dell'incrocio, sarebbe necessario che soltanto una singola varietà venisse liberata nel suo nuovo ambiente. Nondimeno, poiché certamente di tanto in tanto le nostre varietà tornano ad avere alcuni caratteri delle loro forme ancestrali, non mi sembra improbabile che, se riuscissimo a naturalizzare o potessimo coltivare per molte generazioni — supponiamo — le numerose specie di cavoli in un terreno molto povero (nel qual caso, tuttavia, una parte dell'effetto dovrebbe essere attribuita all'azione diretta del terreno povero), esse tornerebbero in larga misura o magari del tutto al loro primitivo ceppo originario. Che l'esperimento riesca o meno non è poi così importante per la logica della nostra argomentazione, perché le condizioni di vita sono state modificate dall'esperimento stesso. Se si potesse dimostrare che le nostre varietà domestiche rivelano una forte

tendenza alla reversione — cioè a perdere le caratteristiche acquisite trovandosi in condizioni immutate e in un numero abbastanza considerevole di individui così che il libero incrocio possa, mescolandole, compensare le piccole deviazioni strutturali — allora ammetterei che dalle nostre varietà domestiche non si potrà dedurre niente che valga per le specie. Ma non c'è neppure l'ombra di una prova in favore di questo punto di vista: asserire che non si possano allevare per un numero pressoché infinito di generazioni i nostri cavalli da tiro o da corsa, il bestiame dalle corna lunghe o corte, pollame di vario genere e vegetali commestibili sarebbe contrario a tutta la nostra esperienza. Posso aggiungere che, quando le condizioni di vita cambiano in natura, si producono probabilmente delle variazioni e delle reversioni dei caratteri; ma la selezione naturale, come si spiegherà in seguito, determina fino a che punto i nuovi caratteri così apparsi verranno conservati.

Quando consideriamo le varietà ereditarie o le razze degli animali domestici e delle piante coltivate e le confrontiamo con le specie strettamente affini, generalmente percepiamo, come già osservato, una minore uniformità di caratteri rispetto alle vere specie. Inoltre le razze domestiche della stessa specie hanno spesso un carattere in qualche misura mostruoso; con ciò intendo dire che, pur differendo l'una dall'altra e rispetto alle specie dello stesso genere per molti aspetti di poco conto, spesso differiscono a un grado estremo in qualche loro parte, specialmente se confrontate con le specie strettamente affini che si trovano in natura. Con queste eccezioni (e con l'eccezione rappresentata dalla perfetta fecondità delle varietà quando vengono incrociate, un argomento che dovremo discutere in seguito), le razze domestiche della stessa specie differiscono l'una dall'altra nello stesso modo in cui differiscono, anche se spesso in misura minore, le specie strettamente affini di uno stesso genere allo stato di natura. Ritengo che ciò debba essere riconosciuto in considerazione del fatto che non ci sono praticamente **razze** domestiche, tanto tra gli **animali** quanto tra le piante, che non siano state annoverate da qualche giudice competente come semplici varietà e da altri giudici competenti come discendenti di specie originariamente distinte. Una simile fonte di dubbio non si ripresenterebbe continuamente se ci fosse qualche ben marcata differenza tra le razze domestiche e le specie. Si è spesso affermato che le razze domestiche non differiscono tra loro nei caratteri in base ai quali stabiliamo i generi. Credo si possa mostrare che difficilmente questa affermazione è corretta; ma i naturalisti discordano largamente tra loro quando si tratta di determinare quali caratteri abbiano rilevanza al livello di genere, per cui tali valutazioni sono per il momento empiriche. Inoltre, secondo la concezione sull'origine dei generi che presenterò in questa sede, non abbiamo

ragione di aspettarci di incontrare spesso nelle nostre produzioni domestiche differenze al livello di genere.

Quando cerchiamo di stimare la quantità di differenze strutturali tra le razze domestiche della stessa specie, ci imbattiamo presto in una serie di dubbi, perché non sappiamo se esse discendano da una stessa o da più specie progenitrici. Sarebbe interessante mettere ordine nella questione: se si potesse mostrare, per esempio, che il levriero, il bloodhound, il terrier, lo spaniel e il bulldog, che sappiamo essere razze pure, discendono da una qualche singola specie, ciò dovrebbe spingerci a dubitare dell'immutabilità di molte specie naturali strettamente affini — per esempio le molte specie di volpi — che abitano differenti parti del mondo. Io non credo, come vedremo, che tutti i nostri cani discendano da una sola specie selvatica; ma nel caso di qualche altra razza domestica ci sono prove che spingono a presumere, o addirittura a concludere, che sia effettivamente così.

Si è spesso dato per scontato che l'uomo abbia scelto per l'addomesticamento e la coltivazione animali e piante che avevano una straordinaria tendenza intrinseca a variare e a sopportare climi diversi. Non metto in discussione che queste qualità abbiano contribuito in larga misura al valore di molte delle nostre produzioni domestiche; ma un selvaggio che per la prima volta domava un animale come avrebbe potuto stabilire che nelle generazioni successive quell'animale avrebbe continuato a variare e avrebbe resistito ad altri climi? Si può dire che la ridotta variabilità dell'asino o della faraona, o la limitata capacità della renna di sopportare il calore e del cammello comune di sopportare il freddo, abbiano ostacolato il loro addomesticamento? Non dubito che se altri animali e piante, uguali in numero alle nostre produzioni domestiche e appartenenti a classi e paesi altrettanto diversi, fossero presi dallo stato di natura e fatti riprodurre per un ugual numero di generazioni allo stato domestico, varierebbero in media tanto quanto sono variate le specie progenitrici delle nostre attuali produzioni domestiche.

Per quanto riguarda la maggior parte degli animali e delle piante che abbiamo addomesticato, non penso che si possa giungere a una conclusione definitiva circa la loro discendenza da una o più specie. L'argomentazione su cui si basa chi crede in un'origine multipla dei nostri animali domestici è che, nei documenti più antichi e specialmente nei monumenti egizi, osserviamo una grande diversità di razze, alcune delle quali somigliano molto o addirittura sono identiche a quelle attuali. Anche se quest'ultimo fatto fosse accertato con maggior rigore e generalità di quanto a mio giudizio lo è, che cosa dimostra, se non che alcune delle nostre razze hanno avuto origine in quel luogo quattro o cinquemila anni fa? Ma se le ricerche del signor

Horner hanno reso in qualche misura probabile che tredici o quattordicimila anni fa esistesse nella valle del Nilo un uomo sufficientemente civilizzato da produrre la ceramica, chi oserà dire quanto tempo prima di quell'epoca remota abbiano potuto vivere in Egitto selvaggi come gli abitanti della **Terra del Fuoco** o dell'Australia, che possiedono un cane semidomestico?

Credo che l'intera questione debba restare nel vago; tuttavia posso affermare, senza entrare in alcun dettaglio, che a mio parere, sulla base di considerazioni geografiche e di altro genere, è altamente probabile che i nostri cani domestici discendano da specie selvatiche diverse. Invece non sono in grado di farmi un'idea per quanto riguarda le pecore e le capre. Sulla base di alcuni fatti comunicatimi dal signor **Blyth** a proposito delle abitudini, della voce, della costituzione ecc. del bestiame dalla schiena curva tipico dell'India, riterrei che questo è disceso da un ceppo originario diverso rispetto al bestiame europeo; e numerosi giudici competenti credono che quest'ultimo abbia avuto più di un progenitore selvatico. Per quanto riguarda i cavalli — per ragioni che qui non posso esplicitare e non esenti da qualche dubbio — sono incline a pensare, contrariamente a quanto ritenuto da numerosi autori, che tutte le razze siano discese da un singolo ceppo selvatico. Il signor Blyth, il cui giudizio apprezzo più di qualunque altro per via delle sue conoscenze vaste e diversificate, ritiene che tutte le razze di pollame siano derivate dal pollo indiano selvatico comune (*Gallus bankiva*). Circa le anatre e i conigli, le cui razze differiscono considerevolmente l'una dall'altra per struttura, non dubito che siano tutte discese rispettivamente dall'anatra e dal coniglio selvatici comuni.

Alcuni autori hanno spinto fino all'assurdo la tesi secondo cui le nostre numerose razze domestiche avrebbero tratto origine da altrettanti ceppi originari. Essi credono che ogni razza che si riproduce in modo puro, per quanto i suoi tratti distintivi siano minimi, abbia avuto un suo prototipo selvatico. Di questo passo soltanto in Europa o addirittura nella sola **Gran Bretagna** devono essere esistite un gran numero di specie di bovini selvatici, altrettante di pecore e diverse di capre. Un autore ritiene che un tempo esistessero in Gran Bretagna undici specie di pecore selvatiche peculiari della regione. Se teniamo presente che la Gran Bretagna possiede oggi a malapena un solo mammifero peculiare, e che la Francia ne ha appena alcuni distinti da quelli della Germania e viceversa, e lo stesso vale per l'Ungheria, la Spagna ecc., ma che ognuno di questi regni possiede diverse razze peculiari di bovini, pecore ecc., dovremmo riconoscere che molte razze domestiche hanno avuto origine in Europa. Altrimenti da dove potrebbero derivare, considerato che tutte queste regioni non possiedono un numero di specie peculiari cui ricondurle? La stessa

cosa vale per l'India. Anche nel caso dei cani domestici di tutto il mondo, che riconosco discendere probabilmente da diverse specie selvatiche, non posso dubitare che vi sia stata un'enorme quantità di variazione ereditaria. Chi può mai credere che animali che somigliano molto al levriero italiano, al bloodhound, al bulldog, allo spaniel Blenheim ecc. — così diversi da tutti i canidi selvatici — siano mai esistiti allo stato di natura? Si è spesso affermato in modo impreciso che tutte le nostre razze di cani sono state prodotte dall'incrocio di alcune specie originarie; ma con l'incrocio otteniamo soltanto delle forme in qualche misura intermedie tra i genitori e, se spieghiamo con questo processo le nostre numerose razze domestiche, dobbiamo ammettere che siano esistite un tempo le forme più estreme, come il levriero italiano, il bloodhound, il bulldog ecc., allo stato selvatico. Inoltre, la possibilità di produrre razze distinte mediante l'incrocio è stata grandemente esagerata. Non c'è dubbio che una razza possa essere modificata mediante incroci occasionali, se si ricorre a un'accurata selezione dei singoli ibridi che possiedono qualche carattere desiderato, ma dubito fortemente che si possa ottenere una razza, per così dire, intermedia tra due razze o specie estremamente diverse. Sir J. [Sebright](#) ha condotto degli esperimenti rivolti precisamente a questo scopo e ha fallito. La prole del primo incrocio tra due razze pure è abbastanza uniforme, qualche volta (come ho verificato con i colombi) addirittura estremamente uniforme, e fin qui tutto è abbastanza semplice; ma, quando questi ibridi vengono incrociati tra loro per diverse generazioni, a malapena due di essi si somiglieranno e allora emergerà l'estrema difficoltà o piuttosto l'impossibilità dell'impresa. Certamente non è possibile ottenere una razza intermedia tra due razze *molto diverse* se non mediante una cura estrema e una selezione prolungata; e non mi risulta che ci sia un solo caso documentato di una razza permanente che sia stata formata in questo modo.

Sulle razze del colombo domestico — Convinto che sia sempre meglio studiare qualche gruppo particolare, ho deciso di occuparmi dei colombi domestici. Così ho raccolto tutte le razze che potevo acquistare o procurarmi, e pelli da diverse parti del mondo mi sono state gentilmente fornite, specialmente dall'India grazie all'Hon. W. Elliot e dalla Persia grazie all'Hon. C. Murray. Sui colombi sono stati pubblicati numerosi trattati in diverse lingue e alcuni di essi sono molto importanti perché molto antichi. Ho stabilito contatti con diversi autorevoli appassionati e sono stato ammesso in due Pigeon Club di Londra. La diversità delle razze è in qualche misura sorprendente. Se si confronta il colombo viaggiatore inglese e il capitolombolante a muso corto, si può osservare la straordinaria

differenza dei loro becchi e quella corrispondente dei rispettivi crani. Il viaggiatore, specialmente maschio, è notevole anche per lo sviluppo meraviglioso delle caruncole della pelle intorno alla testa, cui si accompagnano palpebre notevolmente allungate, larghi orifizi esterni in corrispondenza delle narici e una grande apertura della bocca. Nel capitombolante a muso corto il profilo del becco è quasi identico a quello di un fringuello; il capitombolante comune ha l'abitudine, singolare e strettamente ereditaria, di volare a grande altezza in stormi compatti e di rovesciarsi in volo. Il colombo gallina è un uccello di grandi dimensioni, con il becco lungo e voluminoso e le zampe grandi; alcune sottorazze hanno il collo molto lungo, altre hanno ali e code lunghe, in altre ancora la coda è singolarmente corta. Il colombo di Barberia è affine al viaggiatore ma, anziché avere il becco molto lungo, lo ha corto e assai largo. Il colombo gozzuto ha corpo, ali e zampe molto allungate e il gozzo enormemente sviluppato, che gonfia con orgoglio fino a suscitare sorpresa o ilarità. Il colombo turbito ha un becco molto corto e a forma conica, una serie di piume rovesciate sul petto e l'abitudine di espandere leggermente e ripetutamente la parte superiore dell'esofago. Il cappuccino ha le piume rovesciate sulla nuca che formano una specie di cappuccio e, in proporzione alle dimensioni, ha le piume delle ali e della coda molto allungate. Il colombo trombettiere e quello ridente, come suggeriscono i nomi, tubano in maniera molto diversa dalle altre razze. Il pavoncello ha trenta o quaranta piume nella coda anziché dodici o quattordici, che sono la norma in tutti i membri della grande famiglia dei colombi; queste piume si mantengono allargate ed erette al punto che negli esemplari più puri la testa e la coda si toccano, mentre la ghiandola oleifera è atrofizzata. Ma si potrebbero citare molte altre razze meno differenziate.

Nello scheletro di diverse razze lo sviluppo delle ossa del muso differisce enormemente per lunghezza, larghezza e curvatura. La forma, l'ampiezza e la lunghezza del ramo mandibolare variano notevolmente. Varia il numero delle vertebre caudali e sacrali, come pure il numero delle costole, con la relativa ampiezza e la presenza di apofisi. La dimensione e la forma dell'apertura dello sterno sono altamente variabili, come pure il grado di divergenza e la dimensione relativa dei due bracci della forchetta. I tratti di struttura variabili comprendono anche la larghezza dell'apertura della bocca; la lunghezza delle palpebre, dell'orifizio delle narici e della lingua (non sempre in stretta correlazione con la lunghezza del becco); le dimensioni del gozzo e della parte superiore dell'esofago; lo sviluppo o lo stato atrofico della ghiandola oleifera; il numero delle penne primarie dell'ala e della coda; la lunghezza relativa dell'ala e della coda, tra loro e rispetto al corpo; la lunghezza relativa della gamba e

del piede; il numero delle squame sulle zampe e lo sviluppo della pelle tra le dita. Varia anche il periodo nel quale il piumaggio raggiunge la perfezione, così come lo stato del piumino di cui sono rivestiti gli uccelli quando nascono. Variano la forma e le dimensioni delle uova. Il modo di volare varia notevolmente e variano in alcune razze la voce e l'indole. Infine, in certe razze, i maschi e le femmine differiscono poco tra loro.

Nell'insieme, si potrebbe scegliere un gran numero di colombi che, se presentati a un ornitologo come uccelli selvatici, sarebbero da lui classificati, ritengo, come delle specie ben definite. Non credo inoltre che alcun ornitologo collocherebbe il viaggiatore inglese, il capitombolante dal muso corto, il colombo gallina, il colombo di Barberia, il gozzuto e il pavoncello nello stesso genere, specialmente in quanto per ciascuna di queste razze gli si potrebbero mostrare numerose sottorazze ereditarie o, come egli stesso le chiamerebbe, specie.

Per quanto grandi siano le differenze tra le razze dei colombi, sono pienamente convinto che sia corretta l'opinione dei naturalisti secondo cui sono tutti discesi dal colombo selvatico (*Columba livia*), comprendendo con questa denominazione numerose razze geografiche o sottospecie che si distinguono tra loro per aspetti di scarsa rilevanza. Poiché le ragioni che mi hanno portato a questa convinzione possono essere applicate, in qualche misura, anche ad altri casi, le esporrò qui brevemente. Se le numerose razze non fossero varietà e non fossero discese dal colombo selvatico, dovrebbero essere discese da sette o otto ceppi originari, poiché non è possibile produrre le attuali razze domestiche incrociandone un numero minore. Come si potrebbe, per esempio, produrre il colombo gozzuto con l'incrocio di due razze se uno dei ceppi parentali non possedesse il caratteristico enorme gozzo? I supposti ceppi originari, poi, devono essere stati tutti colombi selvatici, che non si riproducevano né si posavano volentieri sugli alberi: ma oltre alla *Columba livia*, con le sue sottospecie geografiche, sono note soltanto altre due o tre specie di colombi selvatici, nessuno dei quali possiede i caratteri delle razze domestiche. Dunque, o i supposti ceppi originari esistono ancora nei paesi dove furono un tempo addomesticati e sono sconosciuti agli ornitologi, il che, considerate le dimensioni, le abitudini e le caratteristiche notevoli, appare altamente improbabile, oppure si sono estinti allo stato selvatico. Ma è poco probabile che si estinguano uccelli che si riproducono in luoghi impervi e sono buoni volatori; del resto il colombo selvatico comune, che ha le stesse abitudini delle razze domestiche, non è stato sterminato neppure nelle più piccole isole britanniche o sulle rive del Mediterraneo. Dunque mi pare azzardato supporre lo sterminio di tante specie con abitudini simili a quelle del

colombo selvatico. Inoltre le tante razze domestiche sopra ricordate sono state trasportate in tutte le parti del mondo e qualcuna deve essersi trovata di nuovo nel paese di provenienza, ma nessuna è mai tornata allo stato selvatico o si è naturalizzata di nuovo, anche se il Colombo torraio, che è il Colombo selvatico in uno stato ben poco alterato, si è naturalizzato di nuovo in molti luoghi. Ancora una volta, tutta l'esperienza recente mostra che è difficilissimo far riprodurre liberamente allo stato domestico qualsiasi animale selvatico; e tuttavia, se adottiamo l'ipotesi dell'origine multipla dei nostri Colombi, dobbiamo supporre che almeno sette o otto specie siano state addomesticate integralmente da uomini semicivilizzati, al punto da avere raggiunto una notevole prolificità in condizioni di cattività.

Una considerazione che ritengo di grande peso, e che può essere applicata a molti altri casi, è che le razze sopra specificate, per quanto siano generalmente simili al Colombo selvatico nella costituzione, nelle abitudini, nella voce, nella colorazione e in un gran numero di parti strutturali, sono tuttavia assai anomale in altre parti. Invano cercheremo nell'intera grande famiglia dei *Columbidae* un becco come quello del viaggiatore inglese, del capitombolante dal muso corto o del Colombo di Barberia, oppure piume rovesciate come quelle del cappuccino, o un gozzo come quello del Colombo gozzuto, o piume della coda come quelle del pavoncello. Si deve dunque supporre non solo che uomini semicivilizzati siano riusciti ad addomesticare integralmente diverse specie, ma anche che abbiano scelto, intenzionalmente o per caso, delle specie straordinariamente fuori dalla norma e, inoltre, che queste specie si siano tutte estinte o siano ora sconosciute. Tante strane contingenze mi sembrano massimamente improbabili.

Alcuni fatti relativi alla colorazione dei Colombi meritano sicuramente di essere esaminati. Il Colombo selvatico è di un blu ardesia e ha il posteriore bianco (mentre la sottospecie indiana, la *Columba intermedia* di Strickland, ce l'ha blu); la coda ha una striscia terminale scura, con la base delle piume più estreme profilata di bianco, e le ali hanno due strisce nere; alcune razze semidomestiche e altre che sembrano genuinamente selvatiche, oltre alle due strisce nere, hanno le ali screziate di nero. Questi numerosi tratti non si trovano insieme in nessun'altra specie dell'intera famiglia. Ora, in ognuna delle razze domestiche, se si considerano gli esemplari allevati con cura, tutti i tratti citati e perfino il contorno bianco delle piume esterne della coda si trovano qualche volta perfettamente sviluppati insieme. Inoltre, quando si incrociano due uccelli che appartengono a razze distinte, nessuna delle quali è blu o possiede alcuno dei tratti sopra specificati, la discendenza ibrida è particolarmente incline ad acquisire improvvisamente quei caratteri. Per esempio, ho incrociato

alcuni pavoncelli completamente bianchi con alcuni colombi di Barberia completamente neri e hanno prodotto uccelli screziati bruni e neri. Ho incrociato questi ultimi tra loro e il risultato è stato un nipote del pavoncello perfettamente bianco e del colombo di Barberia nero che era di un magnifico blu con il posteriore bianco, una doppia striscia nera sulle ali e le piume della coda striate e contornate di bianco, come un qualsiasi colombo selvatico! Possiamo comprendere questi fatti alla luce del ben noto principio della reversione ai caratteri ancestrali, se tutte le razze domestiche sono discese dal colombo selvatico. Ma se neghiamo ciò, dobbiamo fare una delle due seguenti supposizioni altamente improbabili. O ammettiamo, prima supposizione, che tutti i ceppi originari fossero colorati e segnati come il colombo selvatico, anche se nessun'altra specie esistente è così colorata e segnata, cosicché in ogni razza separata possa esserci una tendenza a ritornare a quegli stessi colori e segni; oppure, seconda supposizione, ammettiamo che ciascuna razza, anche la più pura, è stata incrociata per una dozzina o al massimo una ventina di generazioni con il colombo selvatico (dico dodici o venti generazioni perché non conosciamo alcun fatto che possa avvalorare l'ipotesi che la progenie ritorni ai caratteri degli antenati dopo un numero maggiore di generazioni). In una razza che è stata incrociata una sola volta con una razza diversa, la tendenza alla reversione a un qualsiasi carattere derivato da quell'incrocio si ridurrà sempre di più, perché a ogni generazione successiva vi sarà meno sangue estraneo; ma quando non c'è stato un incrocio con una razza separata, ed entrambi i genitori hanno la tendenza a tornare a un carattere che si è perso da qualche generazione, questa tendenza può essere trasmessa immutata per un numero indefinito di generazioni, nonostante tutte le osservazioni in senso contrario che si possono fare. Questi due casi ben distinti di reversione sono spesso confusi nei trattati sull'eredità.

Infine, gli ibridi o bastardi tra tutte le razze domestiche di colombi sono perfettamente fecondi. Posso affermarlo sulla base delle mie osservazioni, condotte a questo scopo sulle razze più diverse. Ora, è difficile e forse impossibile menzionare un solo caso di progenie ibrida di due animali *chiaramente distinti* che siano essi stessi perfettamente fecondi. Alcuni autori credono che uno stato di addomesticamento prolungato elimini la forte tendenza alla sterilità: la storia del cane conferisce qualche probabilità a questa ipotesi, se applicata a specie strettamente collegate, anche se non c'è un solo esperimento che la avvalori. Ma estendere l'ipotesi fino a sostenere che specie originariamente distinte quanto lo sono ora i colombi viaggiatori, capitombolanti, gozzuti e pavoncelli possano generare una progenie perfettamente feconda, *inter se*, mi sembra estremamente azzardato.

Per tutte queste ragioni — vale a dire: per l'improbabilità che

l'uomo abbia potuto un tempo far riprodurre liberamente allo stato domestico sette o otto presunte specie di colombi; per il fatto che queste presunte specie sono praticamente sconosciute allo stato di natura e in nessun caso si naturalizzano di nuovo; perché queste specie hanno caratteri assai anomali, per alcuni tratti, rispetto a quelli di tutti gli altri Columbidi, mentre per molti altri sono così simili al colombo selvatico; perché il colore blu e diversi segni appaiono occasionalmente in tutte le razze, sia quando si conservano pure, sia quando vengono incrociate; perché la progenie ibrida è perfettamente feconda — non dubito che le nostre razze domestiche siano tutte discese dalla *Columba livia* e dalle sue sottospecie geografiche.

A sostegno di questo punto di vista posso aggiungere, in primo luogo, che la *Columba livia*, o colombo selvatico, è risultato addomesticabile in Europa e in India, e concorda per abitudini e un gran numero di elementi strutturali con tutte le razze domestiche. In secondo luogo, anche se un colombo viaggiatore inglese o un capitombolante a muso corto differiscono immensamente per certi caratteri dal colombo selvatico, confrontando le loro diverse sottorazze, e più specialmente quelle provenienti da paesi lontani, possiamo costruire una serie pressoché perfetta tra gli estremi della struttura. In terzo luogo, i caratteri maggiormente distintivi di ogni razza, per esempio il bargiglio e la lunghezza del becco del viaggiatore, la limitata lunghezza del becco del capitombolante e il numero delle penne caudali del pavoncello, sono in ciascuna razza eminentemente variabili; la spiegazione di questo fatto sarà ovvia quando passeremo a trattare la selezione. In quarto luogo, i colombi sono stati osservati, accuditi con la massima cura e amati da molte persone. Sono stati tenuti allo stato domestico per migliaia di anni in molte parti del mondo. La più antica testimonianza conosciuta risale alla quinta dinastia egiziana, circa tremila anni prima di Cristo, come mi ha fatto notare il professor Lepsius; ma il signor Birch mi informa che i colombi sono menzionati in una lista di vivande durante la dinastia precedente. Ai tempi dei romani, come riferisce Plinio, per i colombi si pagavano somme enormi, «anzi si è arrivati al punto che se ne conoscono la genealogia e la razza». Erano molto apprezzati da Akber Kahn in India intorno all'anno 1600 e a corte non c'erano mai meno di 20 mila colombi; «i monarchi dell'Iran e del Turan gli mandarono alcuni uccelli assai rari» e, continua lo storico di corte, «Sua Maestà incrociando le razze, un metodo mai praticato prima, li ha migliorati in modo sorprendente». In quella stessa epoca gli olandesi erano interessati ai colombi quanto lo erano stati gli antichi romani. L'importanza capitale di queste considerazioni per spiegare l'immensa quantità di variazione cui sono stati soggetti i colombi diventerà ovvia quando tratteremo della selezione. Allora vedremo

anche come mai le razze hanno spesso un carattere in qualche modo mostruoso. È una circostanza assai favorevole alla produzione di razze distinte anche quella per cui i colombi maschi e femmine generalmente fanno coppia per tutta la vita, così razze diverse possono essere tenute insieme nella stessa uccelliera.

Ho discusso la probabile origine dei colombi domestici con una certa ampiezza, ma non ancora in modo sufficiente, perché quando cominciai a tenere dei colombi e a osservarne le molte varietà, sapendo con quale fedeltà si riproducono, avvertii tanta difficoltà a credere che fossero discesi da un progenitore comune, quanta ne prova un qualsiasi naturalista a giungere a una conclusione simile a proposito delle tante specie di fringuelli o altri grandi gruppi di uccelli in natura. Una circostanza mi ha colpito particolarmente: vale a dire che tutti gli allevatori di animali e i coltivatori di piante con cui ho parlato e di cui ho letto i trattati sono fermamente convinti che le diverse razze di cui ognuno si occupa siano discese da altrettante specie distinte originarie. Chiedete, come ho fatto io, a un celebre allevatore di bovini Hereford se le sue bestie possano essere per caso discese da animali a corna lunghe ed egli si farà beffe di voi. Non ho mai incontrato un appassionato di colombi, pollame, anatre o conigli che non fosse convinto che ogni razza principale doveva essere discesa da una specie separata. Van [Mons](#), nel suo trattato sulle pere e le mele, mostra di non credere affatto che le diverse varietà, per esempio una renetta Ribston o una mela Codlin, possano mai essere derivate dai semi di uno stesso albero. Si potrebbero fare infiniti altri esempi. La spiegazione, credo, è semplice: lo studio prolungato ha impresso in loro una percezione forte delle differenze tra le diverse razze. E anche se sanno bene che ogni razza varia leggermente, poiché vincono i loro premi selezionando queste lievi differenze, tuttavia ignorano le argomentazioni generali e si rifiutano di sommare nella loro mente le lievi differenze che si sono accumulate nel corso di tante generazioni successive. I naturalisti che — sapendo molto meno dell'allevatore circa le leggi dell'eredità e non sapendo di più a proposito degli anelli intermedi nelle lunghe linee di discendenza — ammettono che molte delle nostre razze domestiche sono discese dagli stessi progenitori, non potrebbero dunque imparare a essere cauti quando deridono l'idea secondo cui le specie allo stato di natura sono discese in linea diretta da altre specie?

Selezione — Consideriamo ora brevemente i passaggi mediante i quali le razze domestiche sono state prodotte a partire da una o diverse specie affini. Qualche effetto limitato può forse essere attribuito all'azione diretta delle condizioni di vita e qualche altro all'abitudine;

ma sarebbe audace spiegare con queste azioni le differenze tra un cavallo da tiro e uno da corsa, tra un levriero e un bloodhound, tra un colombo viaggiatore e un capitombolante. Una delle caratteristiche più notevoli delle nostre razze domestiche è che in esse osserviamo un adattamento, non al bene dell'animale o della pianta, ma all'uso o ai gusti dell'uomo. Alcune variazioni utili all'uomo sono probabilmente sorte improvvisamente o in un solo passaggio. Molti botanici, per esempio, credono che il cardo dei lanaioli, con i suoi uncini inimitabili da qualunque congegno meccanico, sia solo una varietà del *Dipsacus* selvatico e credono che il notevole cambiamento possa essersi formato improvvisamente in una pianticella. Così è stato probabilmente per il cane che fa girare lo spiedo e si sa che è stato proprio questo il caso della pecora Ancon. Ma quando confrontiamo il cavallo da tiro con quello da corsa, il dromedario con il cammello, le varie razze di pecore adatte ai terreni coltivati con quelle adatte al pascolo in montagna, la lana di una razza adatta a un certo scopo con quella di un'altra adatta a un altro scopo; quando confrontiamo le tante razze di cani, ognuna utile all'uomo in modi tanto diversi; quando confrontiamo il gallo da combattimento, così ostinato in battaglia, con altre razze tanto poco litigiose, con le «ovaiole perpetue» che non desiderano mai covare e con il bantam, così piccolo ed elegante; quando confrontiamo la quantità di razze di piante per l'agricoltura, la cucina, il frutteto e il giardino, utilissime all'uomo in stagioni diverse e per scopi differenti o tanto belle ai suoi occhi, dobbiamo, credo, guardare oltre la semplice variabilità. Non possiamo supporre che tutte queste razze si siano prodotte improvvisamente tanto utili e perfette come le vediamo ora; in molti casi, in effetti, sappiamo che non è stata questa la loro storia. La chiave del problema è il potere di selezione cumulativa dell'uomo: la natura produce variazioni successive e l'uomo le somma in certe direzioni che gli sono utili. In questo senso si può dire che egli fabbrica per sé le razze che gli sono utili.

Il grande valore di questo principio di selezione non è ipotetico. È sicuro che molti dei nostri più autorevoli allevatori, anche nel corso di una sola vita, hanno modificato in misura rilevante alcune razze di bovini e pecore. Per comprendere pienamente ciò che hanno fatto è necessario leggere i molti trattati dedicati all'argomento e ispezionare gli animali. Gli allevatori parlano abitualmente dell'organismo animale come di qualcosa di abbastanza plastico, che possono modellare quasi a loro piacimento. Se avessi spazio sufficiente, potrei citare numerosi passi a questo proposito, tratti da fonti assai autorevoli. [Youatt](#), che probabilmente conosceva le opere degli esperti di agricoltura meglio di chiunque altro ed era personalmente in grado di giudicare con competenza un animale, parla del principio della

selezione come di «ciò che consente all'agricoltore non solo di modificare il carattere del suo gregge, ma di cambiarlo interamente. È la bacchetta magica con cui può dare vita a qualunque forma o stampo desideri». Parlando di quanto gli allevatori hanno fatto per le pecore, Lord [Somerville](#) afferma: «È come se avessero disegnato su un muro una forma in sé perfetta e poi le avessero dato la vita». Sir John Sebright, abilissimo allevatore, a proposito dei colombi era solito dire di essere «in grado di produrre qualunque penna di un certo tipo in tre anni, mentre gli sarebbero occorsi sei anni per ottenere una testa e un becco». In Sassonia l'importanza della selezione delle [pecore](#) merinos è riconosciuta al punto che gli uomini vi si dedicano come a un'occupazione a sé: le pecore vengono collocate su un tavolo e studiate, come un intenditore studia un dipinto. Lo si fa tre volte a distanza di mesi e ogni volta le pecore vengono contrassegnate e classificate, così alla fine le migliori sono selezionate per la riproduzione.

I risultati ottenuti dagli allevatori inglesi sono testimoniati dai prezzi esorbitanti che si pagano per gli animali con un buon pedigree e dal fatto che essi vengono ora esportati in quasi tutte le parti del mondo. Il miglioramento non è generalmente dovuto all'incrocio tra razze diverse; tutti i buoni allevatori si oppongono fortemente a questa pratica, se non in qualche caso di sottorazze strettamente affini. Inoltre, quando si procede a un incrocio, una selezione severa è molto più necessaria che nei casi ordinari. Se la selezione consistesse soltanto nel separare qualche varietà ben differenziata, il principio sarebbe così ovvio da non meritare quasi attenzione. La sua importanza consiste invece nel grande effetto prodotto dall'accumularsi in una direzione, nel corso di generazioni successive, di differenze che sono del tutto impercettibili a un occhio non addestrato — differenze che anch'io ho cercato invano di riconoscere. Neanche un uomo su mille possiede lo sguardo accurato e la capacità di giudizio sufficienti per diventare un eminente allevatore. Chi è dotato di queste qualità, se studia l'argomento per anni e vi si dedica per tutta la vita con indomita perseveranza, avrà successo e potrà realizzare grandi cambiamenti; se queste qualità gli mancano, fallirà senz'altro. Pochi sono disposti a rendersi conto di quanta inclinazione naturale e anni di pratica siano necessari per diventare anche solo un abile colombofilo.

Gli esperti di agricoltura seguono gli stessi principi, ma le variazioni in questo campo sono più repentine. Nessuno sospetta che le nostre produzioni più prelibate siano il risultato di una singola variazione del ceppo originario. In alcuni casi, dei quali si è conservata un'esatta documentazione, abbiamo la prova che non è così: per fare un esempio di poca importanza, possiamo citare la crescita costante delle

dimensioni della comune [uva spina](#). O possiamo constatare l'enorme miglioramento in molti fiori prodotti dai floricoltori, confrontando quelli di oggi con i disegni fatti appena venti o trent'anni fa. Quando una razza di piante si è stabilizzata a sufficienza, i produttori di semi non scelgono le piante migliori, ma semplicemente sradicano le «canaglie», come chiamano le piante che deviano dallo standard appropriato. Anche con gli animali, di fatto, si segue questa specie di selezione, poiché nessuno è così negligente da permettere ai suoi animali peggiori di riprodursi.

Per quanto riguarda le piante, c'è un altro mezzo per osservare gli effetti accumulati dalla selezione: paragonare le differenze tra i fiori di diverse varietà della stessa specie presenti in un giardino; oppure, nell'orto, la diversità delle foglie, dei gusci, dei tuberi o di qualunque parte si voglia con i fiori delle stesse varietà; nel frutteto, la diversità del frutto della stessa specie con le foglie e i fiori dello stesso insieme di varietà. Si osservi quanto sono varie le foglie del cavolo e quanto sono simili i fiori; quanto sono diversi i fiori della viola del pensiero e quanto sono simili le foglie; quanto differisce per dimensione, forma, colore e pelosità il frutto di diversi tipi di uva spina, mentre i fiori presentano piccolissime differenze. Non è che le varietà che differiscono largamente in alcuni punti non differiscano affatto in altri; ciò accade molto raramente, forse mai. Le leggi della correlazione della crescita, la cui importanza non deve mai essere trascurata, produrranno sempre alcune differenze; ma di regola non posso dubitare che la selezione continua di piccole variazioni nelle foglie, nei fiori o nei frutti produrrà razze che differiranno tra loro principalmente per queste caratteristiche.

Si potrebbe obiettare che il principio della selezione è diventato una pratica metodica soltanto negli ultimi tre quarti di secolo o poco più, che è stato seguito certamente di più negli ultimi anni, quando sono stati pubblicati molti trattati sull'argomento, e il risultato, si può aggiungere, è stato proporzionalmente rapido e importante. Ma non è assolutamente vero che il principio sia una scoperta moderna. Potrei citare molti riferimenti che dimostrano il pieno riconoscimento dell'importanza di questo principio in opere molto antiche. In certe epoche rozze e barbare della storia d'Inghilterra si importavano spesso animali pregiati e si adottavano leggi per impedirne l'esportazione, così come si ordinava di abbattere i cavalli che non superassero certe dimensioni; ciò può essere paragonato allo sradicamento delle «canaglie» praticato dai vivaisti. Ho trovato il principio della selezione esposto con chiarezza in un'antica enciclopedia cinese. Certe regole esplicite sono state formulate da alcuni scrittori classici romani. Da certi passi della Genesi è chiaro che in quell'epoca remota si prestava attenzione al colore degli animali. Gli odierni popoli selvaggi talvolta

incrociano i loro cani con canidi selvatici per migliorare la razza, una pratica seguita già anticamente, come attestano alcuni passi di Plinio. I selvaggi dell'Africa meridionale accoppiano il loro bestiame da tiro in base al colore, come fanno alcuni eschimesi con le mute di cani. Livingstone mostra che i negri delle zone interne dell'Africa, che non hanno avuto contatti con gli europei, apprezzano sommamente le buone razze domestiche. Alcuni di questi fatti non attestano un'effettiva pratica di selezione, ma mostrano come l'allevamento degli animali domestici fosse praticato con cura in tempi antichi e lo sia ora dai più umili selvaggi. Sarebbe davvero strano se non si fosse prestata attenzione all'allevamento, visto che l'ereditarietà delle qualità buone e cattive è tanto ovvia.

Oggi, mediante una selezione metodica, eminenti allevatori cercano di produrre una nuova stirpe o sottorazza, superiore a qualunque altra esistente nel paese, in vista di un obiettivo preciso. Per i nostri scopi, tuttavia, è più importante un tipo di selezione che possiamo chiamare inconsapevole e che deriva dal proposito di ognuno di possedere e far riprodurre i migliori esemplari. Così chi intende allevare dei pointer cerca naturalmente di avere i cani migliori e in seguito fa riprodurre i suoi esemplari migliori, ma non ha alcun desiderio o aspettativa di modificare in modo permanente la razza. Non dubito che questo processo, continuando nel corso dei secoli, possa migliorare e modificare qualsiasi razza, nello stesso modo in cui Bakewell, Collins ecc. con questo stesso processo, ma praticato con più metodicità, hanno modificato in larga misura già nel corso della loro vita le forme e la qualità del loro bestiame. Non ci si sarebbe accorti di cambiamenti lenti e impercettibili di questo tipo se non fossero state eseguite, molto tempo fa, misure e disegni accurati delle razze in questione, che oggi possono servire come paragone. In alcuni casi, tuttavia, in distretti meno civilizzati, dove la razza è stata soggetta a miglioramenti più limitati, si possono trovare individui della stessa razza immutati o appena modificati. C'è ragione di ritenere che lo [spaniel](#) di re Carlo sia stato modificato in misura rilevante, attraverso un processo inconsapevole, dai tempi di quel monarca a oggi. Alcune autorità assai competenti ritengono che il setter derivi direttamente dallo spaniel, probabilmente per lenta modificazione. È noto che il [pointer](#) inglese è stato modificato in misura considerevole durante l'ultimo secolo e, in questo caso, si crede che il cambiamento sia stato realizzato soprattutto mediante incroci con il foxhound; ma quello che ci interessa è che il cambiamento è stato prodotto inconsapevolmente, gradualmente e tuttavia con tanta efficacia che, mentre il vecchio pointer spagnolo certamente veniva dalla Spagna, il signor [Borrow](#) mi comunica di non aver visto in Spagna alcun cane locale somigliante al nostro pointer.

Con un processo di selezione simile, e un addestramento accurato, tutti i [cavalli da corsa](#) inglesi sono arrivati a superare per agilità e dimensioni i cavalli arabi con cui sono imparentati, tanto che questi ultimi, secondo i regolamenti delle corse di Goodwood, vengono favoriti da carichi di peso minori. Lord [Spencer](#) e altri hanno mostrato che i bovini dell'Inghilterra sono aumentati di peso e raggiungono la maturità prima rispetto alle razze che vivevano un tempo in questo paese. Confrontando le descrizioni dei colombi viaggiatori e dei capitombolanti fornite negli antichi trattati con le razze che esistono oggi in Gran Bretagna, India e Persia, ritengo si possano ricostruire gli stadi attraverso i quali sono passati impercettibilmente per poi differenziarsi così profondamente dal colombo selvatico.

Youatt illustra in maniera eccellente gli effetti di un processo di selezione che può considerarsi inconsapevole, in quanto gli allevatori non si aspettavano certamente, e forse mai avrebbero desiderato, il risultato che ne seguì: vale a dire la produzione di due razze distinte. I due greggi di [pecore](#) Leicester allevati dal signor Buckley e dal signor Burgess, osserva Youatt, «si sono riprodotti senza incroci a partire dal ceppo originario del signor Bakewell per quasi cinquant'anni. Nessuno tra quanti sono informati in proposito ha mai potuto neppure sospettare che il proprietario di uno dei due greggi fosse venuto meno, anche in un solo caso, alla regola di rispettare il sangue puro del gregge del signor Bakewell; eppure la differenza tra le pecore possedute da questi due signori è tale che sembrano praticamente due varietà diverse».

Se pure esistono dei selvaggi in uno stato talmente barbaro da non preoccuparsi mai del carattere ereditato dalla progenie dei loro animali domestici, tuttavia un animale che si trovasse a essere loro utile per qualche ragione particolare sarebbe conservato con cura durante le carestie e altri accidenti cui i selvaggi sono tanto esposti, e tali animali scelti lascerebbero generalmente più prole di quelli di minore importanza; così che in questo caso si avrebbe una sorta di prolungata selezione inconsapevole. Ci possiamo rendere conto del valore attribuito agli animali perfino dal comportamento dei barbari della [Terra del Fuoco](#), considerando che, in tempi di scarsità di cibo, essi uccidono e si nutrono delle loro donne più anziane cui riconoscono minor valore rispetto ai loro cani.

Nelle piante lo stesso processo graduale di miglioramento attraverso la conservazione occasionale degli individui migliori — che siano o meno sufficientemente differenziati da essere classificati al primo loro apparire come varietà distinte e che ci sia stato o meno il mescolamento di due o più specie o razze mediante l'incrocio — può essere riconosciuto semplicemente nella maggiore grandezza e

bellezza che osserviamo ora nelle varietà della viola del pensiero, della rosa, del pelargonio, della dalia e di altre piante rispetto alle varietà più antiche o ai loro ceppi originari. Nessuno può aspettarsi di ottenere una viola del pensiero o una dalia di prim'ordine dal seme di una pianta selvatica. Nessuno può aspettarsi di coltivare una pera succulenta dal seme di una pera selvatica, ma può magari ottenerla da una povera pianticella inselvaticata proveniente da un ceppo cresciuto un tempo in giardino. Sebbene coltivata nell'antichità classica, stando a Plinio, la pera doveva essere un frutto di qualità assai inferiore. Nelle opere di orticoltura ho notato che si manifesta grande sorpresa per la portentosa abilità dei giardinieri nel produrre risultati tanto speciali a partire da materiali tanto poveri. Ma non posso dubitare che il procedimento sia stato semplice e perseguito in modo per lo più inconsapevole, fino a raggiungere il risultato finale. Esso consisteva nel coltivare sempre la varietà migliore conosciuta, seminando i suoi semi, poi, se per caso si presentava una varietà leggermente migliore, selezionandola, e così via. Ma i giardinieri dell'età classica, coltivando le pere migliori che potevano procurarsi, non hanno mai immaginato quali splendidi frutti avremmo mangiato noi; eppure, in qualche misura, dobbiamo i nostri frutti eccellenti al fatto che essi hanno scelto naturalmente e conservato le migliori varietà che riuscivano a trovare.

Una quantità notevole di cambiamento nelle piante da noi coltivate, accumulatasi così lentamente e inconsapevolmente, spiega il fatto ben noto che in un gran numero di casi non siamo in grado di individuare, e dunque non conosciamo, i ceppi selvatici originari delle piante che sono state più a lungo coltivate nei nostri giardini e orti. Se ci sono volute centinaia o migliaia di anni per migliorare o modificare la maggior parte delle nostre piante, fino ai loro standard attuali di utilità per l'uomo, possiamo comprendere come mai l'Australia, il [Capo di Buona Speranza](#) o qualunque altra regione abitata da uomini per lo più non civilizzati non ci abbiano dato una sola pianta degna di essere coltivata. Non che queste regioni, così ricche di specie, per una strana circostanza non possiedano i ceppi originari di qualche pianta utile; ma le piante indigene non sono state migliorate con una continua selezione fino a uno standard di perfezione paragonabile a quello conferito alle piante dei paesi di antica civilizzazione.

Per quanto riguarda gli animali domestici dell'uomo non civilizzato, non si deve trascurare che quasi sempre, almeno in alcune stagioni, essi devono combattere per il cibo. E, in due paesi dagli ambienti molto diversi, spesso individui della stessa specie ma con una costituzione o una struttura leggermente diverse si affermeranno meglio in un paese piuttosto che nell'altro; così con un processo di «selezione naturale» — come si spiegherà più esaurientemente in

seguito — si potranno formare due sottospecie. Ciò forse spiega in parte quanto è stato osservato da alcuni autori, cioè che le varietà addomesticate dai selvaggi hanno il carattere di specie più delle varietà dei paesi civilizzati.

Se si adotta il punto di vista qui proposto circa il ruolo importantissimo della selezione operata dall'uomo, diventa subito ovvio come mai le nostre razze domestiche, nella struttura e nelle abitudini, mostrino un adattamento ai bisogni o ai gusti dell'uomo. Credo inoltre che si possa capire il carattere spesso abnorme delle nostre razze domestiche e perché le loro differenze siano così grandi nei caratteri esterni e invece relativamente piccole nelle parti o negli organi interni. L'uomo può solo con grande difficoltà selezionare variazioni strutturali non visibili all'esterno e raramente se ne cura. Egli non può intervenire con la selezione se non sulle variazioni che gli vengono offerte in qualche piccolo grado per la prima volta dalla natura. Nessuno cercherebbe mai di realizzare un colombo pavoncello prima di aver visto un colombo con una coda sviluppata, sia pur di poco, in maniera inconsueta; o di realizzare un gozzuto prima di aver visto un colombo con un gozzo di grandezza un poco inusuale. Quanto più abnorme o inusuale è il carattere al suo primo apparire, tanto più è probabile che attiri l'attenzione. Ma affermare che l'uomo cerchi di realizzare un colombo pavoncello è nella maggior parte dei casi del tutto scorretto. Chi per la prima volta ha selezionato un colombo con la coda un po' più larga non poteva neppure prevedere come sarebbero diventati i discendenti di quel colombo attraverso una prolungata selezione, in parte inconsapevole e in parte metodica. Forse l'uccello da cui sono discesi tutti i colombi pavoncelli aveva solo quattordici penne caudali un po' più grandi, come l'attuale colombo di Giava o alcuni individui di altre razze differenti, nelle quali sono state contate fino a diciassette penne caudali. Forse il primo colombo gozzuto non gonfiava il gozzo più di quanto il turbitto allarga ora la parte superiore dell'esofago, un'abitudine che tutti gli allevatori trascurano, in quanto non è un tratto importante per quella razza.

Non si creda che, per catturare lo sguardo dell'appassionato, sia necessaria un'importante deviazione strutturale; in realtà egli percepisce le differenze più minute ed è proprio della natura umana apprezzare qualunque novità, sebbene piccola, nelle cose che si possiedono. Né si deve giudicare il valore che un tempo si attribuiva a qualche piccola differenza tra gli individui di una stessa specie in base al valore che si attribuirebbe oggi, quando diverse razze si sono ormai consolidate. Tra i colombi possono esservi, e in effetti oggi si producono, numerose piccole differenze, che vengono respinte in quanto difetti o deviazioni dallo standard di perfezione di una certa razza. L'oca comune non ha prodotto alcuna notevole varietà, perciò

l'oca di Tolosa e quella comune, che differiscono solo per il più effimero dei caratteri, il colore, nelle mostre di pollame sono state presentate di recente come razze separate.

Penso che queste considerazioni spieghino ciò che a volte è stato osservato, vale a dire che non sappiamo nulla circa l'origine o la storia di alcuna nostra razza domestica. Ma in effetti non si può dire che una razza, come il dialetto di una lingua, abbia avuto un'origine definita. Qualcuno conserva o fa riprodurre un individuo con qualche piccola deviazione strutturale, oppure dedica più attenzione del solito all'accoppiamento dei suoi migliori animali, perfezionandoli, e gli individui così migliorati si diffondono lentamente nelle immediate vicinanze. Essi nel frattempo non hanno ancora un nome specifico e, poiché si attribuisce loro scarso valore, se ne trascura la storia. Quando, mediante lo stesso processo lento e graduale, risulteranno ancora migliorati, si diffonderanno maggiormente e saranno riconosciuti come qualcosa che merita di essere distinto e apprezzato, allora forse sarà assegnato loro, per la prima volta, il nome della provincia. Nei paesi semicivilizzati, dove vi è poca comunicazione libera, la diffusione e la conoscenza di una nuova sottorazza sarà un processo lento. Appena i fattori di pregio della nuova sottorazza saranno riconosciuti pienamente, il principio che ho chiamato di selezione inconsapevole tenderà sempre — forse più in un periodo che in un altro, a seconda che la moda a favore di quella sottorazza sia in ascesa o in declino; forse più in una regione che in un'altra, a seconda dello stato di civilizzazione degli abitanti — a incrementare i tratti caratteristici della razza, quali che siano. Ma le probabilità che si conservi traccia di quei cambiamenti lenti, variabili e impercettibili saranno minime.

Devo dire ora qualcosa sulle circostanze favorevoli, oppure contrarie, al potere di selezione dell'uomo. Un alto grado di variabilità è ovviamente favorevole, poiché fornisce materiale in abbondanza su cui lavorare per la selezione; non che le differenze individuali di per sé non siano più che sufficienti, se si agisce con estrema cura, per accumulare una notevole quantità di modificazione praticamente in qualsiasi direzione desiderata. Ma poiché le variazioni palesemente utili o gradite all'uomo appaiono solo occasionalmente, mantenendo un gran numero di individui si aumenterà significativamente la probabilità che si presentino e ciò risulterà della massima importanza per il successo. A proposito di questo principio, Marshall ha osservato, con riferimento alle pecore di certe parti dello Yorkshire, che «poiché appartengono generalmente a gente povera, e si trovano per lo più *in piccoli lotti*, non possono mai essere migliorate». D'altra parte i giardinieri, coltivando grandi quantità delle stesse piante, hanno in genere molto più successo dei dilettanti nell'ottenere nuove varietà

pregiate. Allevare un gran numero di individui di una specie in qualsiasi paese richiede che la specie sia posta in condizioni di vita favorevoli, in modo da riprodursi liberamente. Quando gli individui di una qualsiasi specie sono in numero limitato, in genere verranno fatti riprodurre tutti, quale che sia la loro qualità, e ciò ostacolerà la selezione. Ma forse il punto più importante è che l'animale o la pianta devono essere tanto utili o apprezzati dall'uomo da far sì che venga posta la più stretta attenzione anche sulle minime deviazioni qualitative o strutturali di ogni individuo. Se non si esercita una simile attenzione, non si ottiene nulla. Si è affermato con serietà che è stata una fortuna che la fragola abbia cominciato a variare precisamente quando i giardinieri hanno cominciato a occuparsi da vicino di questa pianta. Le fragole sono state certamente soggette a variazioni fin da quando venivano coltivate, ma le piccole varietà erano state trascurate. Tuttavia, appena i giardinieri hanno scelto delle piante individuali con il frutto un po' più grande, o migliore, o che maturava prima, e hanno riprodotto queste pianticelle, e poi hanno scelto di nuovo tra esse e riprodotto le pianticelle migliori, allora sono apparse (con l'aiuto di qualche incrocio con specie diverse) tutte le ammirevoli varietà di fragole che sono state coltivate negli ultimi trenta o quarant'anni.

Nel caso di animali sessuati, la facilità con cui si possono impedire gli incroci è un importante elemento di successo per la formazione di nuove razze, per lo meno in un paese dove si trovano già diverse altre razze. Da questo punto di vista, anche la recinzione dei terreni svolge un ruolo nel processo: i selvaggi che vivono come nomadi o gli abitanti delle pianure aperte possiedono raramente più di una razza della stessa specie. Si possono far accoppiare due colombi per tutta la vita, e questo è un grande vantaggio per gli appassionati, in quanto si possono riprodurre fedelmente diverse razze anche se mescolate nella stessa uccelliera, una circostanza che deve aver favorito largamente il miglioramento e la formazione di nuove razze. I colombi, aggiungeremmo, si possono riprodurre in grandi numeri e a ritmo sostenuto, e gli esemplari inferiori possono essere scartati facilmente, uccidendoli per nutrirsi. I **gatti**, d'altra parte, con la loro abitudine di girovagare di notte, non possono essere fatti accoppiare e, per quanto siano tanto apprezzati dalle donne e dai bambini, quasi mai li vediamo mantenere una razza distinta: le razze distinte che vediamo qualche volta sono quasi sempre importate da un altro paese, spesso dalle isole. Anche se non dubito che alcuni animali domestici siano meno soggetti a variazione di altri, tuttavia la rarità o assenza di razze distinte tra i gatti, gli asini, i pavoni, le oche ecc. può essere attribuita in gran parte al fatto che su di essi non è stata esercitata una selezione: nel caso dei gatti per la difficoltà di accoppiarli, nel caso degli asini perché sono

tenuti da gente povera e viene prestata scarsa attenzione alla loro riproduzione, nel caso dei pavoni per la difficoltà di allevarli e perché non se ne tengono grandi numeri, nel caso delle oche perché sono apprezzate solo per due scopi, il cibo e le piume, e soprattutto perché non si è provato il piacere di esibirne diverse razze.

Riassumiamo ora quanto abbiamo detto a proposito dell'origine delle nostre razze di piante coltivate e animali domestici. Credo che le condizioni di vita, per la loro azione sul sistema riproduttivo, abbiano per quanto ne sappiamo la massima importanza come causa della variabilità. A differenza di quanto pensano alcuni, non credo che la variabilità sia una contingenza necessaria e inerente a qualunque circostanza e per tutti gli esseri organici. Gli effetti della variabilità sono modificati da diversi gradi di ereditarietà e reversione. La variabilità è governata da molte leggi sconosciute, in particolare da quella della correlazione della crescita. Qualcosa può essere attribuito all'azione diretta delle condizioni di vita, qualcosa dev'essere attribuito all'uso e al non uso. Il risultato finale diviene quindi infinitamente complesso. In alcuni casi non dubito che l'incrocio tra specie un tempo distinte abbia giocato un ruolo importante all'origine delle nostre produzioni domestiche. Quando in un qualsiasi paese si sono consolidate diverse razze domestiche, il loro incrocio occasionale, grazie anche alla selezione, ha senza dubbio aiutato notevolmente la formazione di nuove sottorazze; e tuttavia l'importanza dell'incrocio tra varietà è stata, io credo, grandemente esagerata, sia per quanto riguarda gli animali sia per le piante che si riproducono attraverso i semi. Nelle piante che in qualche occasione si riproducono per talee, germogli ecc., l'importanza dell'incrocio, sia tra specie distinte sia tra varietà, è immensa, perché il coltivatore in questo caso trascura praticamente la grande variabilità degli ibridi e dei bastardi e la frequente sterilità dei primi. Ma i casi di piante non riprodotte per semi hanno scarsa importanza per noi, perché la loro durata è soltanto temporanea. Sono convinto che, tra tutte queste cause di cambiamento, l'azione cumulativa della selezione, tanto se applicata metodicamente e con più rapidità quanto se applicata inconsapevolmente e con più lentezza, ma in maniera più efficace, sia di gran lunga la forza predominante.

CAPITOLO II

LA VARIAZIONE IN NATURA

Variabilità — Differenze individuali — Specie dubbie — Le specie molto diffuse e comuni variano più di tutte le altre — Le specie dei generi più grandi in ogni paese variano più delle specie dei generi più piccoli — Molte specie dei generi più grandi somigliano alle varietà in quanto sono strettamente, ma diversamente, collegate l'una all'altra e hanno una diffusione limitata

Prima di applicare i principi cui siamo pervenuti nel precedente capitolo agli esseri organici allo stato di natura, dobbiamo discutere brevemente se questi siano soggetti a variazione. Per trattare questo argomento in modo appropriato bisognerebbe fornire un lungo catalogo di aridi fatti, ma li riservo per il mio futuro lavoro. In questa sede non discuterò neppure le diverse definizioni che sono state date del termine specie. Nessuna definizione finora è risultata soddisfacente per tutti i naturalisti, eppure ogni naturalista sa vagamente che cosa intende quando parla di una specie. Il termine generalmente comprende l'elemento sconosciuto di un atto distinto di creazione. Il termine varietà è quasi altrettanto difficile da definire, ma in questo caso si ammette quasi universalmente la comune discendenza, per quanto raramente la si possa provare. Abbiamo anche quelle che chiamiamo mostruosità, ma esse passano gradualmente nelle varietà. Per mostruosità, presumo, s'intende qualche considerevole deviazione strutturale di una parte dannosa o non utile per la specie, che in genere non si diffonde. Alcuni autori usano il termine variazione in senso tecnico, a indicare una modificazione dovuta direttamente alle condizioni fisiche di vita e che si suppone non ereditaria: ma chi può dire che il nanismo delle conchiglie nelle acque salmastre del Baltico e delle piante sulle cime alpine, o la pelliccia più spessa di un animale delle regioni settentrionali non possano in qualche caso essere ereditate, almeno per alcune generazioni? In questo caso presumo che tali forme sarebbero chiamate varietà.

Ancora, vi sono numerose piccole differenze, che si possono chiamare differenze individuali, come quelle che spesso si presentano nei discendenti degli stessi genitori, o che si presumono tali perché osservate negli individui della stessa specie che abitano una medesima località dai confini ristretti. Nessuno suppone che tutti gli individui della stessa specie siano prodotti con il medesimo stampo. Queste

differenze individuali sono molto importanti per noi, perché forniscono alla selezione naturale materiali da accumulare, nello stesso modo in cui l'uomo può accumulare in una qualsiasi direzione le differenze individuali delle sue produzioni domestiche. Le differenze individuali generalmente interessano le parti che i naturalisti considerano di poca importanza, ma potrei mostrare con un lungo elenco di fatti che parti senz'altro importanti, da un punto di vista fisiologico o classificatorio, variano talvolta negli individui della stessa specie. Sono convinto che anche il naturalista più esperto sarebbe sorpreso dal numero dei casi di variabilità, anche in parti importanti della struttura, che potrebbe raccogliere da fonti sicure come io stesso ho fatto per un certo numero di anni. È il caso di ricordare che i sistematici non sono per nulla contenti di trovare la variabilità nei caratteri notevoli e che non sono molti quelli disposti a esaminare gli organi interni più importanti, confrontandoli in numerosi esemplari della stessa specie. Non mi sarei mai aspettato che le diramazioni dei nervi principali vicino al grande ganglio centrale di un insetto fossero variabili nella stessa specie: mi sarei aspettato invece che cambiamenti di questo tipo si producessero solo per gradi e lentamente. Eppure di recente il signor [Lubbock](#) ha mostrato un certo grado di variabilità nei nervi principali del *Coccus*, paragonabili quasi alla ramificazione irregolare di un tronco d'albero. Posso aggiungere che questo naturalista dallo spirito filosofico ha mostrato recentemente che i muscoli nelle larve di certi insetti sono tutt'altro che uniformi. A volte gli autori che affermano che gli organi importanti non variano mai ricorrono a un ragionamento circolare: in pratica, come alcuni di loro hanno confessato, classificano come importante il carattere che non varia; così non si troverà mai una parte importante che varia. Ma se si adotta qualsiasi punto di vista diverso, sicuramente si possono fornire molti esempi in proposito.

C'è una questione, connessa alle differenze individuali, che a mio giudizio suscita estrema perplessità: mi riferisco ai generi che a volte sono stati chiamati «proteiformi» o «polimorfici», nei quali le [specie](#) presentano una quantità straordinaria di variazione e per i quali non vi sono due naturalisti che riescano a mettersi d'accordo su quali forme considerare specie e quali varietà. Possiamo citare per esempio i *Rubus*, *Rosa* e *Hieracium* tra le piante, diversi generi di insetti e diversi generi di conchiglie dei brachiopodi. Nella maggior parte dei generi polimorfici, alcune specie hanno caratteri fissi e definiti. I generi polimorfici in un paese sembrano essere, con poche eccezioni, polimorfici in altri paesi e, a giudicare dalle conchiglie dei brachiopodi, anche in periodi precedenti. Questi fatti suscitano molte perplessità, perché sembrano indicare che questo tipo di variabilità è indipendente dalle condizioni di vita. Sono incline a sospettare che, in

questi generi polimorfici, vediamo variazioni strutturali inutili o dannose per la specie, che di conseguenza non sono state utilizzate o stabilizzate dalla selezione naturale, come si spiegherà in seguito.

Le forme che possiedono in grado considerevole il carattere di specie — ma che sono tanto simili a qualche altra forma o così strettamente collegate a essa da gradazioni intermedie che i naturalisti sono restii a considerarle come specie distinte — sono per noi le più importanti da molti punti di vista. Abbiamo ragione di credere che molte di queste forme dubbie e strettamente affini abbiano conservato, nel proprio paese, i loro caratteri in modo permanente per lungo tempo: per quanto ne sappiamo, altrettanto a lungo di quelle che consideriamo specie vere e proprie. Praticamente, quando un naturalista può unire due forme mediante altre che hanno caratteri intermedi, tratta una forma come varietà dell'altra, considerando la più comune, o qualche volta quella descritta per prima, come specie e l'altra come varietà. Ma a volte si presentano casi, che qui non elencherò, in cui è assai difficile decidere se considerare o meno una forma come varietà di un'altra, anche quando esse sono collegate strettamente da anelli intermedi, e la natura ibrida comunemente attribuita agli anelli intermedi non risolve sempre la difficoltà. In tanti casi, tuttavia, una forma è considerata varietà di un'altra non perché gli anelli intermedi sono stati tutti trovati, ma perché l'analogia spinge l'osservatore a supporre che essi esistano da qualche parte o che siano esistiti un tempo: con ciò si spalanca la porta al dubbio e alla congettura.

Perciò, nel determinare se una forma debba essere considerata una specie oppure una varietà, l'opinione dei naturalisti dotati di solida capacità di giudizio e di vasta esperienza appare come la sola guida da seguire. Tuttavia in molti casi dobbiamo decidere sulla base della maggioranza dei naturalisti, perché si possono citare poche varietà ben marcate e note che non siano state considerate specie da almeno qualche giudice competente.

È indiscutibile che le varietà di natura dubbia, nel senso indicato, sono tutt'altro che rare. Si confrontino le molte flore della Gran Bretagna, della Francia o degli Stati Uniti compilate da diversi botanici e si vedrà il gran numero di forme che sono state considerate [specie](#) genuine da un botanico e semplici varietà da un altro. Il signor H.C. [Watson](#), al quale sono profondamente grato per avermi molto aiutato, mi ha segnalato 182 piante della Gran Bretagna che sono considerate generalmente come varietà, ma che sono state classificate dai botanici come specie. Nel preparare l'elenco egli ha trascurato molte varietà di scarsa importanza, che tuttavia sono state considerate da alcuni botanici come specie, e ha ommesso diversi generi altamente

polimorfici. Nei generi che comprendono le forme più polimorfiche il signor [Babington](#) elenca 251 specie, mentre il signor [Bentham](#) ne elenca soltanto 112, con una differenza di ben 139 forme dubbie! Tra gli animali che danno alla luce un solo piccolo per volta e godono di grande mobilità, le forme dubbie, considerate da uno zoologo come specie e da un altro come varietà, si trovano raramente in uno stesso paese, ma sono comuni in aree diverse. Quanti uccelli e insetti del Nord America e d'Europa, ben poco diversi l'uno dall'altro, sono stati classificati da un eminente naturalista indubitabilmente come specie e da un altro come varietà o, come vengono spesso chiamate, come razze geografiche! Molti anni fa, quando confrontavo e guardavo altri confrontare uccelli provenienti da diverse isole dell'arcipelago delle [Galapagos](#) sia tra loro sia con quelli del continente americano, fui colpito nel constatare quanto completamente vaga e arbitraria fosse la distinzione tra specie e varietà. Sulle isolette del piccolo gruppo di Madera ci sono molti insetti classificati come varietà nell'ammirevole opera del signor [Wollaston](#), ma che senza dubbio sarebbero classificati come specie distinte da molti entomologi. Anche l'Irlanda ha alcuni animali, ora considerati generalmente varietà, che sono stati classificati da qualche zoologo come specie. Diversi ornitologi di grande esperienza considerano il tetraone rosso della Gran Bretagna solo come una razza ben distinta di una specie norvegese, mentre la maggioranza la considera una specie vera e propria, peculiare della Gran Bretagna. Se la distanza che separa i luoghi in cui vivono due specie dubbie è grande, molti naturalisti sono indotti a considerarle come specie distinte; ma, è stato chiesto giustamente, quale distanza sarà considerata sufficiente? Se quella tra America ed Europa è abbastanza grande, sarà sufficiente la distanza tra il continente e le Azzorre, oppure quella tra il continente, Madera, le Canarie e l'Irlanda? Si deve riconoscere che molte forme, considerate da giudici assai competenti come varietà, hanno il carattere proprio delle specie al punto che altri giudici competenti le considerano specie vere e proprie. Ma discutere se siano chiamate a buon diritto specie o varietà, prima che sia stata generalmente accettata una definizione di questi termini, è come menare inutilmente colpi in aria.

Numerosi casi di varietà fortemente marcate o specie dubbie meritano sicuramente di essere considerati, perché nel tentativo di stabilire il loro rango sono state addotte diverse argomentazioni interessanti, basate sulla distribuzione geografica, la variazione analogica, l'ibridismo ecc. Qui farò un solo esempio: il caso ben noto della [primula](#) e della primula odorosa, o *Primula veris* ed *elatior*. Queste piante differiscono notevolmente nell'aspetto, hanno una fragranza e un odore dissimili, fioriscono in periodi leggermente diversi, nascono in località lievemente differenti, crescono sulle

montagne ad altezze distinte, hanno un livello diverso di diffusione geografica e, infine, secondo un gran numero di esperimenti realizzati nel corso di molti anni da quel diligente osservatore che è Gärtner, possono essere incrociate solo con grande difficoltà. È difficile immaginare prove migliori per sostenere che le due forme siano specie distinte. D'altra parte, esse sono unite da molti anelli intermedi ed è assai dubbio che questi anelli siano semplici ibridi; mi sembra, inoltre, vi sia una quantità schiacciante di prove sperimentali che mostrano la loro discendenza da progenitori comuni, e di conseguenza devono essere classificate come varietà.

Nella maggior parte dei casi un'indagine approfondita porterà i naturalisti a mettersi d'accordo su come classificare le forme dubbie. Si deve riconoscere, tuttavia, che il maggior numero di tali forme dubbie si trova nei paesi meglio conosciuti. Mi ha colpito il fatto che, se un animale o una pianta allo stato di natura risulta molto utile all'uomo, o per qualsiasi motivo attira la sua attenzione, troveremo quasi sempre registrate delle varietà che lo o la riguardano. Queste varietà, inoltre, saranno spesso classificate da qualche autore come specie. Si consideri quanto è stata studiata da vicino la [quercia](#) comune; eppure un autore tedesco ricava più di una dozzina di specie a partire da forme che sono considerate per lo più varietà e, nel nostro paese, si possono citare le maggiori autorità tra i botanici e i pratici tanto a sostegno della tesi che la quercia sessile e la quercia pedunculata sono specie genuine e distinte, quanto a sostegno della tesi che sono semplici varietà.

Quando un giovane naturalista intraprende lo studio di un gruppo di organismi a lui per lo più sconosciuti, all'inizio resta perplesso di fronte al compito di determinare quali differenze debbano essere considerate di specie e quali di semplici varietà, perché non sa nulla della quantità e del tipo di variazione cui il gruppo è soggetto e ciò mostra, quantomeno, quanto sia universalmente diffusa la variazione. Ma se concentra la sua attenzione su una sola classe in un solo paese, ben presto capirà come ordinare la maggior parte delle forme dubbie. Egli tenderà generalmente a individuare numerose specie perché, come l'appassionato di colombe o di pollame cui si alludeva sopra, sarà colpito dalla quantità di differenze osservabili nelle forme che studia ogni giorno, mentre avrà una scarsa conoscenza generale della variazione che, in modo analogo, si osserva in altri gruppi e in altri paesi, conoscenza attraverso la quale potrebbe correggere le sue prime impressioni. Man mano che allarga il raggio delle sue osservazioni, si imbatte sempre più spesso in casi difficili, perché incontrerà un numero crescente di forme strettamente affini. Se le sue osservazioni si amplieranno ancora, alla fine generalmente capirà quali chiamare varietà e quali specie, ma per converso dovrà ammettere una grande

variabilità delle specie, che molti altri naturalisti metteranno in discussione. Quando, infine, arriverà a studiare certe forme affini provenienti da paesi che ora non sono collegati — un caso nel quale difficilmente potrà sperare di trovare anelli intermedi tra le forme dubbie — dovrà affidarsi quasi interamente all'analogia e le sue difficoltà raggiungeranno il culmine.

Di sicuro nessuna chiara linea di demarcazione è stata tracciata finora tra specie e sottospecie, cioè quelle forme che, secondo l'opinione di alcuni naturalisti, si avvicinano molto ma non raggiungono il rango di specie o, ancora, tra sottospecie e varietà ben marcate, o tra piccole varietà e differenze individuali. Queste differenze trapassano l'una nell'altra in una serie impercettibile, che imprime nella mente l'idea di una trasformazione reale.

Perciò io considero le differenze individuali, che sono di scarso interesse per il sistematico, importantissime per noi, in quanto sono il primo passo verso quelle piccole varietà che vengono a malapena ritenute degne di essere registrate nelle opere di storia naturale. E considero le varietà in qualsiasi misura più distinte e permanenti come gradini che conducono a varietà ancora più marcate e stabili, e queste ultime come gradini che portano alle sottospecie e alle specie. In qualche caso il passaggio da un grado di differenza a un altro più elevato può essere dovuto soltanto all'azione prolungata di condizioni fisiche diverse in due regioni distinte. Ma non ripongo troppa fiducia in questa concezione e attribuisco il passaggio di una varietà dallo stato in cui differisce appena dal progenitore a uno in cui la differenza è maggiore all'azione della selezione naturale nell'accumulare, come si spiegherà più diffusamente in seguito, differenze strutturali in certe direzioni definite. Perciò ritengo che una varietà ben marcata possa essere considerata giustamente come una specie incipiente, ma si potrà giudicare se questa idea sia giustificata considerando il peso complessivo dei molti fatti e delle molte opinioni che presenteremo nel corso di questo lavoro.

Non c'è bisogno di supporre che tutte le varietà o specie incipienti raggiungano necessariamente il rango di specie. Mentre sono in questo stato incipiente, possono estinguersi o restare nella condizione di varietà per periodi molto lunghi, come è stato dimostrato dal signor Wollaston a proposito di certe conchiglie terrestri fossili di Madera. Se una varietà prospererà fino a superare numericamente la specie genitrice, assumerà allora il rango di specie e la specie quello di varietà, o potrà finire per soppiantare e sterminare la specie progenitrice, oppure potranno coesistere e assumere entrambe il rango di specie indipendenti. Ma dovremo tornare su questo argomento più avanti.

Da queste osservazioni si comprenderà che considero il termine **specie** come riferito arbitrariamente e per comodità a un insieme di individui molto simili l'uno all'altro, e che esso non differisce sostanzialmente dal termine varietà, dato a forme meno differenziate e più fluttuanti. A sua volta il termine varietà, rispetto alle semplici differenze individuali, è applicato arbitrariamente e per semplice comodità.

Guidato da considerazioni di tipo teorico, ho pensato che si potessero ottenere risultati interessanti circa la natura e le relazioni tra le specie che variano molto elaborando delle tavole contenenti tutte le varietà elencate in diverse flore ben studiate. All'inizio sembrava un compito facile, ma il signor H.C. Watson, al quale sono debitore di alcuni preziosi consigli e per avermi assistito su questo argomento, mi convinse presto che c'erano molte difficoltà, come confermò poi in termini ancora più netti il dottor Hooker. Riservo per il mio lavoro futuro la discussione di queste difficoltà, come pure le tavole dei numeri proporzionali delle specie soggette a variazione. Il dottor Hooker mi autorizza ad aggiungere che, dopo avere letto con cura il mio manoscritto ed esaminato le tavole, egli ritiene che le asserzioni che ora vedremo siano ben fondate. L'intero argomento, tuttavia, che qui può essere trattato solo molto brevemente, è fonte di perplessità e non si possono evitare allusioni alla «lotta per l'esistenza», alla «**divergenza dei caratteri**» e ad altre questioni che saranno discusse in seguito.

Alphonse de Candolle e altri hanno mostrato che le piante con una diffusione molto ampia presentano generalmente delle varietà; ciò è prevedibile, in quanto sono esposte a condizioni fisiche diverse ed entrano in competizione (circostanza molto più importante, come vedremo) con insiemi diversi di organismi. Ma le mie tavole mostrano inoltre che, in qualsiasi paese delimitato, le **specie** più comuni, che cioè hanno il numero più alto di individui, e le specie che sono più diffuse nel loro paese (una considerazione distinta da quella dell'ampia diffusione e in qualche misura anche da quanto sono comuni) danno spesso origine a varietà sufficientemente ben marcate da essere registrate nelle opere di botanica. Dunque, le specie che prosperano di più o, come le si potrebbe chiamare, le specie dominanti — quelle che hanno una diffusione più ampia nel mondo, sono le più diffuse nel loro paese e possiedono un numero più alto di individui — sono le specie che producono più spesso delle varietà ben marcate o, come le considero io, delle specie incipienti. E questo forse era prevedibile perché, come le varietà per diventare in qualche misura permanenti devono combattere con gli altri abitanti del paese, le specie già dominanti produrranno più spesso una prole che, sia pure modificata in qualche piccolo grado, erediterà comunque i vantaggi

che hanno consentito ai progenitori di diventare dominanti sulle altre specie indigene.

Se dividiamo in due parti uguali le piante che abitano un paese e sono descritte in una qualsiasi flora, disponendo da un lato quelle che appartengono ai generi più grandi e dall'altro quelle appartenenti ai generi più piccoli, dalla parte dei generi più grandi si troverà un numero leggermente superiore di specie molto comuni e molto diffuse, o dominanti. Anche questo era prevedibile, poiché il semplice fatto che molte specie dello stesso genere abitano un certo paese mostra che, nelle condizioni organiche o inorganiche del paese, c'è qualcosa che risulta favorevole a quel genere e di conseguenza potevamo aspettarci di trovare nei generi più grandi, o che comprendono numerose specie, un numero proporzionalmente maggiore di specie dominanti. Questo risultato, tuttavia, può essere oscurato da così tanti fattori che mi stupisce constatare che le mie tavole mostrino una sia pur piccola maggioranza dalla parte dei generi più grandi. Qui alluderò soltanto a due cause di oscurità. Le piante d'acqua dolce e quelle d'acqua salata hanno generalmente un raggio di distribuzione molto ampio e sono molto diffuse, ma ciò sembra collegato alla natura degli habitat in cui vivono e ha poco o nulla a che fare con le dimensioni dei generi cui le specie appartengono. Ancora, le piante che si trovano in basso nella scala dell'organizzazione sono generalmente molto più diffuse delle piante che si trovano più in alto, e anche in questo caso non c'è un collegamento diretto con la dimensione dei generi. La causa dell'ampio raggio di diffusione delle piante meno organizzate sarà discussa nel capitolo sulla distribuzione geografica.

Considerando le specie soltanto come varietà fortemente marcate e ben definite, sono stato portato a prevedere che le specie dei generi più grandi in ogni paese presenteranno più spesso varietà rispetto a quelle dei generi più piccoli; perché dovunque si sono formate molte specie strettamente collegate (cioè specie dello stesso genere) ora si staranno formando, come regola generale, molte varietà o specie incipienti. Dove crescono molti grandi alberi ci aspettiamo di trovare degli arboscelli. Dove si sono formate per variazione molte specie di un certo genere, le circostanze sono state favorevoli alla variazione e dunque possiamo aspettarci che generalmente continuino a esserlo. D'altra parte, se consideriamo ogni specie come un atto speciale di creazione, non vi è ragione apparente per cui dovrebbero esserci più varietà in un gruppo che ha molte specie piuttosto che in uno che ne ha poche.

Per mettere alla prova la veridicità di questa ipotesi, ho disposto le piante di dodici paesi e gli insetti coleotteri di due regioni in due parti

pressappoco uguali, mettendo da un lato le specie dei generi più grandi e dall'altro quelle dei generi più piccoli: ne è risultato invariabilmente che un numero maggiore delle specie dalla parte dei generi più grandi presenta varietà rispetto a quelle che stanno dalla parte dei generi più piccoli. Inoltre, le specie dei generi grandi che presentano varietà ne presentano invariabilmente un numero medio maggiore rispetto alle specie dei generi piccoli. Entrambi i risultati si ottengono anche quando si fa una divisione diversa, escludendo dalle tavole i generi più piccoli, quelli che comprendono da una a quattro specie. La rilevanza di questi fatti è chiara se si adotta il punto di vista secondo cui le specie sono soltanto varietà molto marcate e permanenti, poiché dovunque si sono formate numerose specie dello stesso genere o dove, se possiamo usare quest'espressione, la fabbrica delle specie è entrata in azione, dovremo trovarla generalmente ancora in funzione, specialmente perché abbiamo ogni ragione di credere che la fabbricazione di nuove specie sia un processo lento. E le cose stanno certamente così se consideriamo le varietà come specie incipienti, perché le mie tavole mostrano chiaramente come regola generale che, dovunque si sono formate molte specie di un genere, le specie di quel genere presentano un numero di varietà, cioè di specie incipienti, superiore alla media. Non è che tutti i grandi generi allo stato attuale siano molto variabili e che quindi il numero delle loro specie sia in aumento, o che nessun genere piccolo sia ora soggetto a variazione e quindi in aumento: ciò sarebbe fatale per la mia teoria, considerato che la geologia ci dice chiaramente che nel corso del tempo i piccoli generi sono aumentati molto e i generi grandi sono spesso arrivati alla loro massima espansione per poi decadere e sparire. Quanto vogliamo mostrare è solo che, dove si sono formate molte specie di un genere, in media molte se ne stanno ancora formando; così la regola funziona.

Altre relazioni tra le specie dei grandi generi e le varietà in esse registrate meritano di essere menzionate. Abbiamo visto che non c'è un criterio infallibile per distinguere le specie dalle varietà ben marcate e che, nei casi in cui non siano stati trovati gli anelli intermedi tra forme dubbie, i naturalisti sono costretti a stimare la quantità di differenze che le separa giudicando, sulla base dell'analogia, se quella quantità sia sufficiente o meno a elevare una o entrambe al rango di specie. Perciò la quantità di differenze è un criterio molto importante per stabilire se due forme devono essere considerate come specie oppure come varietà. [Fries](#) ha osservato a proposito delle piante, e [Westwood](#) a proposito degli insetti, che nei generi grandi la quantità di differenze tra le specie è spesso straordinariamente piccola. Ho cercato di dare una prova numerica di questo fatto facendo delle medie e, per quanto mostrano i miei

risultati imperfetti, esse confermano sempre questo punto di vista. Ho anche consultato alcuni osservatori sagaci e di grande esperienza e, dopo un'attenta riflessione, essi hanno condiviso il mio punto di vista. In questo senso, dunque, le specie dei grandi generi somigliano alle varietà più delle specie dei generi piccoli. Si potrebbe anche dire, in altre parole, che nei generi più grandi, in cui un numero di varietà o specie incipienti maggiore della media è in corso di fabbricazione, molte delle specie già fabbricate somigliano ancora in qualche misura a delle varietà, perché differiscono l'una dall'altra per una quantità di differenze minore del solito.

Inoltre, le specie dei grandi generi sono collegate l'una all'altra nello stesso modo in cui lo sono le varietà di una qualsiasi specie. Nessun naturalista presume che tutte le specie di un genere siano ugualmente distinte l'una dall'altra, e generalmente queste possono essere divise in sottogeneri, sezioni o gruppi minori. Come ha ben osservato Fries, solitamente i gruppi di specie piccoli si distribuiscono a grappolo, come dei satelliti, intorno a certe altre specie. E che cosa sono le varietà se non gruppi di forme non ugualmente collegate l'una all'altra, che formano un grappolo intorno ad altre forme, cioè intorno alle loro specie progenitrici? Senza dubbio c'è una differenza molto importante tra le varietà e le specie, vale a dire che la quantità di differenze tra varietà, quando siano confrontate tra loro o con la specie progenitrice, è molto inferiore a quella tra specie dello stesso genere. Ma quando discuteremo il principio che chiamo della [divergenza dei caratteri](#), vedremo come si può spiegare la cosa e come le differenze più piccole tra le varietà tendano ad aumentare fino a diventare le differenze più grandi tra le specie.

Un altro punto mi sembra degno di nota. Generalmente le varietà hanno un raggio di diffusione molto limitato: l'affermazione in effetti è poco più che un truismo perché, se una varietà risultasse avere un raggio più ampio della sua presunta specie progenitrice, le loro denominazioni dovrebbero essere invertite. Ma c'è anche ragione di credere che le specie strettamente affini ad altre specie, perciò somiglianti a delle varietà, abbiano spesso raggi di diffusione molto limitati. Per esempio, il signor H.C. [Watson](#) ha individuato, nell'accurato *London Catalogue of Plants* (quarta edizione), 63 piante considerate specie, ma che egli ritiene siano così strettamente affini ad altre specie da avere un valore dubbio. Queste 63 presunte specie sono diffuse in media in 6,9 delle province in cui il signor Watson ha diviso la Gran Bretagna. Ora, in quello stesso catalogo sono registrate 53 varietà riconosciute, che sono diffuse in 7,7 province, mentre le specie cui queste varietà appartengono sono diffuse in 14,3 province. Dunque le varietà riconosciute hanno pressoché lo stesso raggio di diffusione limitato delle forme strettamente affini che sono state individuate dal

signor [Watson](#) come specie dubbie, ma che i botanici britannici quasi universalmente classificano come specie vere e proprie.

In conclusione, dunque, le varietà hanno gli stessi caratteri generali delle specie perché non possono essere distinte da queste ultime, a meno che, in primo luogo, non si scoprano delle forme intermedie di collegamento — e la presenza di anelli intermedi non può modificare i caratteri reali delle forme che collegano — e, in secondo luogo, non vi sia una certa quantità di differenze, perché due forme che differiscono poco sono considerate generalmente varietà, anche se non sono state scoperte delle forme intermedie che le collegano; ma la quantità di differenze ritenuta necessaria per dare a due forme il rango di specie è piuttosto indefinita. Nei generi che, in un qualsiasi paese, hanno più del numero medio di specie, quelle specie hanno più del numero medio di varietà. Nei grandi generi le specie hanno la tendenza a essere strettamente, ma in maniera ineguale, affini tra loro, formando dei piccoli grappoli intorno ad alcune. Le specie strettamente affini ad altre hanno apparentemente raggi di diffusione limitati. Da tutti questi diversi punti di vista le specie dei grandi generi presentano una forte analogia con le varietà. E possiamo comprendere chiaramente queste analogie se le specie un tempo sono esistite come varietà e come tali hanno avuto origine, mentre le stesse analogie restano del tutto inspiegabili se ogni specie è stata creata indipendentemente.

Abbiamo anche visto che le specie dei generi più grandi che prosperano di più e sono dominanti variano in media più delle altre, e tali varietà, come vedremo in seguito, tendono a convertirsi in specie nuove e distinte. I generi più grandi tendono così a diventare ancora più grandi e ovunque in natura le forme di vita ora dominanti tendono a diventare ancora più dominanti, lasciando molti discendenti modificati e a loro volta dominanti. Ma con alcuni passaggi, che spiegheremo in seguito, i generi più grandi tendono anche a spezzarsi in generi più piccoli. E così, dovunque nell'universo, le forme di vita si dividono in gruppi subordinati ad altri gruppi.

CAPITOLO III

LA LOTTA PER L'ESISTENZA

Rilevanza per la selezione naturale — Espressione usata in un senso ampio — Incrementi in progressione geometrica — Rapido incremento degli animali e delle piante naturalizzate — Natura dei controlli che agiscono sull'incremento — Competizione universale — Effetti del clima — Protezione derivante dal numero degli individui — Relazioni complesse di tutti gli animali e le piante dovunque in natura — La lotta per la vita, severa soprattutto tra individui e varietà della stessa specie; spesso severa tra le specie dello stesso genere — La relazione tra organismo e organismo è la più importante di tutte le relazioni

Prima di addentrarmi nell'argomento di questo capitolo devo fare alcune considerazioni preliminari, per mostrare come la lotta per l'esistenza sia rilevante per la selezione naturale. Nel precedente capitolo si è mostrato che tra gli organismi allo stato di natura vi è una certa variabilità individuale, cosa che in effetti non mi risulta sia mai stata messa in discussione. È irrilevante per noi che una quantità di forme dubbie siano chiamate specie, sottospecie o varietà: per esempio, quale rango spetti alle due o trecento forme dubbie di piante britanniche se si ammette l'esistenza di ben marcate varietà. Ma la semplice esistenza della variabilità individuale e di alcune varietà ben marcate, per quanto necessaria come fondamento del nostro lavoro, ci aiuta poco a capire come le specie sorgono in natura. Come si sono perfezionati quegli squisiti adattamenti di una parte dell'organismo a un'altra e alle condizioni di vita, e di un organismo particolare a un altro? Vediamo questi magnifici coadattamenti nel modo più chiaro nel picchio e nel [vischio](#), e appena un po' meno chiaramente nel più umile dei parassiti che aderisce al pelo di un quadrupede o alle penne di un uccello, nella struttura di un coleottero che si immerge nell'acqua, nel seme piumato trasportato dalla brezza più leggera; in breve, vediamo magnifici adattamenti dovunque e in ogni singola parte del mondo organico.

Ci si può chiedere ancora: come avviene che le varietà, che ho chiamato specie incipienti, alla fine diventino delle vere specie distinte, che nella maggior parte dei casi differiscono l'una dall'altra molto più delle varietà della stessa specie? Come sorgono i gruppi di specie che costituiscono i generi cosiddetti distinti e differiscono l'uno dall'altro più delle specie dello stesso genere? Tutti questi risultati, come vedremo più diffusamente nel prossimo capitolo, derivano

inevitabilmente dalla lotta per la vita. In virtù di questa lotta qualsiasi variazione, per quanto piccola e da qualunque causa proceda, se è vantaggiosa per l'individuo di una qualsiasi specie nelle sue relazioni infinitamente complesse con gli altri organismi e con la natura esterna, tenderà alla conservazione di quell'individuo e sarà generalmente ereditata dai suoi discendenti. Anche i discendenti avranno così un'accresciuta possibilità di sopravvivere perché, dei tanti individui di una qualsiasi specie che nascono periodicamente, soltanto un piccolo numero può sopravvivere. Ho chiamato questo principio, per il quale ogni piccola variazione — se utile — viene conservata, con l'espressione «selezione naturale», a sottolineare la sua relazione con il potere di selezione dell'uomo. Abbiamo visto che con la selezione l'uomo può certamente produrre grandi risultati e può adattare gli organismi ai propri usi, accumulando le piccole ma utili variazioni che gli vengono messe a disposizione dalla natura. Ma la selezione naturale, come vedremo in seguito, è una forza costantemente pronta all'azione e incomparabilmente superiore ai deboli sforzi dell'uomo, così come le opere della natura lo sono rispetto a quelle dell'arte.

Discuteremo ora più in dettaglio la lotta per l'esistenza, anche se nel mio lavoro futuro l'argomento sarà trattato molto più a lungo, come merita. De Candolle il vecchio e [Lyell](#) hanno mostrato abbondantemente e con argomenti filosofici che tutti gli esseri organici sono esposti a una competizione severa. Per quanto riguarda le piante, nessuno ha trattato l'argomento con più acume e abilità di W. [Herbert](#), decano di Manchester, evidentemente grazie alle sue vaste conoscenze nel campo dell'orticoltura. Nulla è più facile che riconoscere a parole la verità dell'universale lotta per la vita e — almeno per quanto ho verificato — nulla è più difficile che tenere questa conclusione sempre presente. Eppure, se essa non si fisserà bene nella mente, sono convinto che l'intera economia della natura, con i fatti relativi alla distribuzione, alla rarità, all'abbondanza, all'estinzione e alla variazione, sarà percepita in modo impreciso o del tutto fraintesa. Il volto della natura ci appare splendente di gioia e spesso percepiamo una sovrabbondanza di cibo, ma non vediamo o dimentichiamo che gli uccelli che cantano oziosamente intorno a noi vivono di insetti e di semi e dunque distruggono in continuazione la vita, oppure dimentichiamo in quale misura quei canterini, le loro uova o i loro nidi sono distrutti da uccelli e animali rapaci, o non ricordiamo che, se in un certo momento il cibo è sovrabbondante, non è così in tutte le stagioni di ogni anno.

Devo premettere che uso l'espressione «lotta per l'esistenza» in un senso ampio e metaforico, che comprende la dipendenza di ogni essere dall'altro e, cosa più importante, comprende non solo la vita

dell'individuo, ma la sua capacità di lasciare una discendenza. Si può ben dire che due canidi in tempo di carestia lottano l'uno con l'altro per chi otterrà il cibo e vivrà. Ma di una pianta ai margini di un deserto si dice che lotta per la vita contro la siccità, mentre si dovrebbe dire in modo più appropriato che la sua esistenza dipende dall'umidità. Una pianta che produce ogni anno un migliaio di semi, di cui in media uno solo raggiunge la maturità, si può dire in modo più esatto che lotta con le piante dello stesso o di altro tipo che già ricoprono il terreno. Il vischio dipende dal melo e da qualche altro albero, ma solo metaforicamente si può dire che lotta con quegli alberi, perché se troppi parassiti crescono sullo stesso albero esso si indebolirà e morirà. Invece si può dire che molte pianticelle di vischio che crescono vicine l'una all'altra sullo stesso ramo lottano tra loro. Poiché il vischio è disseminato dagli uccelli, la sua esistenza dipende da essi e si può dire metaforicamente che lotta con le altre piante che producono frutti per tentare gli uccelli a nutrirsi dei suoi semi e dunque a disseminarli al posto di quelli di altre piante. In questi diversi sensi, che passano l'uno nell'altro, uso per convenienza l'espressione generale «lotta per l'esistenza».

Una lotta per l'esistenza deriva inevitabilmente dal tasso elevato con cui tutti gli organismi tendono a crescere di numero. Ogni essere, che nel corso naturale della vita produce diverse uova o semi, dev'essere soggetto a distruzione in qualche periodo della vita, in qualche stagione o anno, altrimenti, in base al principio dell'aumento in progressione geometrica, il numero di quegli esseri diventerebbe presto così smisuratamente grande che nessun paese potrebbe sopportarlo. Dunque, poiché vengono prodotti più individui di quanti ne possono sopravvivere, dev'esserci in ogni caso una lotta per l'esistenza tra un individuo e l'altro della stessa specie, oppure tra individui di specie diverse, o contro le condizioni fisiche di vita. È la dottrina di Malthus applicata con forza molteplice all'insieme dei regni animale e vegetale, poiché in questo caso non può esserci un incremento artificiale del cibo, né un'astensione dal matrimonio dettata dalla prudenza. Anche se alcune specie al momento possono crescere di numero più o meno rapidamente, non tutte possono farlo, perché il mondo non potrebbe sopportarle.

Non vi è eccezione alla regola per cui ogni essere organico cresce naturalmente a un tasso così elevato che, se non venisse distrutto, la terra in breve sarebbe ricoperta dalla progenie di una singola coppia. Anche gli esseri umani, che si riproducono così lentamente, sono raddoppiati in venticinque anni e, di questo passo, in poche migliaia di anni non ci sarebbe letteralmente più spazio per la loro progenie. Linneo ha calcolato che se una pianta produce solo due semi l'anno — e non ci sono piante che si riproducono così poco — e l'anno dopo le

loro pianticelle ne producono altri due e così via, in vent'anni ci sarebbero un milione di piante. Di tutti gli animali noti l'[elefante](#) è quello che è ritenuto riprodursi più lentamente e mi sono dato la pena di stimare il suo probabile tasso minimo d'incremento naturale. Con una stima prudente si può supporre che cominci a riprodursi a trent'anni e che continui a farlo finché ne ha novanta, dando vita in questo intervallo a sei piccoli. Se le cose stessero così, alla fine del quinto secolo ci sarebbero al mondo quindici milioni di elefanti discendenti dalla prima coppia.

Ma su questo argomento abbiamo delle prove migliori dei semplici calcoli teorici, abbiamo cioè i numerosi casi registrati di un incremento straordinariamente rapido di diversi animali allo stato di natura, quando le circostanze sono state loro favorevoli per due o tre stagioni consecutive. Ancora più impressionanti sono le prove fornite dalle diverse specie di nostri animali domestici che si sono inselvatichite in diverse parti del mondo: se non fossero state documentate nella loro autenticità, le affermazioni sul tasso d'incremento cui sono andati soggetti in Sud America e recentemente in Australia i bovini e i cavalli, che pure si riproducono lentamente, sarebbero risultate del tutto incredibili. La stessa cosa vale per le piante: si potrebbero citare esempi di piante introdotte dall'uomo che sono diventate comuni in intere isole nel giro di meno di dieci anni. Diverse piante, che sono ora le più numerose nelle vaste pianure di La Plata e ricoprono leghe quadrate di superficie, escludendo quasi tutte le altre piante, sono state introdotte dall'Europa; e in India, come mi riferisce il dottor [Falconer](#), ci sono piante che sono state importate dall'America dopo la sua scoperta che ora si estendono dal Capo Comorin fino all'Himalaya. In casi del genere, e in molti altri che si potrebbero citare, nessuno suppone che la fecondità di quegli animali o piante si sia incrementata in misura sensibile improvvisamente e temporaneamente. La spiegazione ovvia è che le condizioni di vita sono state molto favorevoli e, di conseguenza, c'è stata meno distruzione dei vecchi e dei giovani, cosicché quasi tutti questi ultimi sono stati in grado di riprodursi. In questi casi il tasso di crescita in progressione geometrica, il cui effetto non manca mai di stupire, spiega in modo semplice lo sviluppo straordinariamente rapido e l'ampia diffusione degli organismi che si sono naturalizzati nelle nuove dimore.

Nel corso di un anno, allo stato di natura, quasi ogni pianta produce dei semi e quasi tutti gli animali si accoppiano. Possiamo quindi affermare con sicurezza che tutte le piante e gli animali tendono a crescere in progressione geometrica, tutti tendono a occupare rapidamente ogni luogo in cui possono vivere e tale tendenza a crescere dev'essere controllata da qualche forma di distruzione in

qualche periodo della vita. La familiarità che abbiamo con gli animali domestici più grandi tende a ingannarci: non vediamo alcuna distruzione abbattersi su di essi e dimentichiamo che ogni anno ne vengono uccisi a migliaia per procurarci il cibo e che anche allo stato di natura un ugual numero dev'essere in qualche modo eliminato.

La sola differenza tra organismi che ogni anno producono uova o semi a migliaia e quelli che ne producono pochissimi è che quelli che si riproducono lentamente hanno bisogno di qualche anno in più per popolare, in condizioni favorevoli, un'intera area, per quanto grande. Il condor depone un paio d'uova e lo struzzo una ventina, tuttavia nello stesso paese la specie del condor può essere la più numerosa delle due. La procellaria artica depone un solo uovo, eppure si ritiene che sia, tra gli uccelli, la specie più numerosa al mondo. Una mosca depone centinaia di uova e un'altra, come l'ippobosca, soltanto uno, ma questa differenza non determina quanti individui delle due specie possano vivere in una certa regione. Un numero abbondante di uova ha una certa importanza per le specie che dipendono da una quantità di cibo che cambia rapidamente, perché consente loro di crescere velocemente di numero. Ma la vera importanza di un gran numero di uova o semi sta nel fatto che consente di compensare la distruzione che si produce in qualche periodo della vita, per lo più nella fase iniziale. Se un animale può proteggere in qualsiasi modo le sue uova o i piccoli, anche se ne produce pochi, la scorta media della specie sarà pienamente mantenuta; ma se molte uova o piccoli vengono distrutti, molti dovranno essere prodotti, altrimenti la specie si estinguerà. Per mantenere i numeri di una specie di albero che vive in media un migliaio di anni basterebbe che venisse prodotto un solo seme ogni mille anni, supponendo che il seme non sia mai distrutto e possa germogliare in un posto adatto. Così, dunque, in tutti i casi il numero medio di animali o piante di una certa specie dipende solo indirettamente dal numero delle uova o dei semi.

Osservando la natura, è necessario tenere sempre a mente le precedenti considerazioni e non dimenticare mai che ogni essere organico intorno a noi si sta sforzando al massimo per aumentare di numero, che ognuno in qualche periodo vive lottando e che una pesante distruzione colpisce i piccoli o i vecchi a ogni generazione o a intervalli periodici. Se si alleggerisce uno qualsiasi di questi freni o diminuisce leggermente la distruzione, il numero degli individui della specie aumenterà quasi istantaneamente in misura imprevedibile. Il volto della natura può essere paragonato a una superficie cedevole con diecimila cunei affilati stipati l'uno vicino all'altro e spinti dentro da colpi incessanti, con alcuni cunei che, a volte, vengono colpiti con maggior forza.

Che cosa tiene sotto controllo la tendenza naturale di ogni specie ad aumentare di numero è assai oscuro. Si consideri la specie più vigorosa: quanto più è numerosa, tanto più si accrescerà la sua tendenza ad aumentare. Non conosciamo con certezza la natura di questi controlli, neppure in un singolo caso. La cosa non sorprenderà chi consideri quanto siamo ignoranti, a questo proposito, anche rispetto all'umanità, che pure conosciamo incomparabilmente meglio di qualsiasi altro animale. L'argomento è stato trattato abilmente da molti autori e, nel mio lavoro futuro, discuterò con una certa ampiezza alcuni meccanismi di controllo, con particolare riferimento agli animali selvaggi dell'America meridionale. Qui mi limiterò ad alcuni rilievi, solo per richiamare alla mente del lettore alcuni punti principali. Le uova e gli animali molto giovani sembrano i più esposti, ma non è sempre così. Nelle piante vi è una diffusa distruzione dei semi ma, sulla base di alcune mie osservazioni, credo che le pianticelle soffrano di più quando germogliano in un terreno già abbondantemente occupato da altre piante. Esse, inoltre, sono distrutte in grande numero da nemici di vario genere. Per esempio, su un pezzo di terreno lungo tre piedi e largo due, vangato e ben pulito, dove altre piante non potevano soffocarle, ho segnato tutte le pianticelle di erbe infestanti che nascevano e, su 357, non meno di 295 sono state distrutte, principalmente dalle lumache e dagli insetti. Se si lascia crescere un tappeto erboso che è stato tagliato spesso — e lo stesso vale per il prato dove pascolano abitualmente dei quadrupedi — le piante più vigorose uccidono gradualmente le meno vigorose, anche se già grandi. Così di venti specie che crescevano in un piccolo tratto di terreno erboso (tre piedi per quattro), nove specie sono sparite perché altre specie sono state lasciate libere di crescere.

La quantità di cibo disponibile per ogni specie ovviamente stabilisce il limite estremo fino al quale ognuna può crescere, ma molto spesso a determinare il numero medio di individui di una specie non è il cibo, bensì il fatto di essere preda di altri animali. Così non sembra esservi dubbio che la riserva di pernici, tetraoni e lepri in una qualsiasi proprietà di vaste dimensioni dipende principalmente dalla distruzione degli animali nocivi. Se nei prossimi vent'anni in Inghilterra non si uccidesse nessun capo di selvaggina e, nello stesso tempo, non si distruggesse alcun animale nocivo, con ogni probabilità ci sarebbero meno capi di selvaggina, anche se ora ne vengono uccisi ogni anno centinaia di migliaia. D'altra parte, nel caso di alcune specie come l'elefante e il rinoceronte, nessun individuo viene abbattuto dai predatori: anche la tigre dell'India raramente osa attaccare un piccolo di elefante protetto dalla madre.

Il clima svolge un ruolo importante nel determinare il numero medio di una specie e credo che le periodiche stagioni di forte freddo

o siccità siano il più efficace tra tutti i meccanismi di controllo. Ho stimato che l'inverno del 1854-55 abbia eliminato quattro quinti degli uccelli nella mia proprietà, un livello di distruzione molto elevato se si considera che, nelle epidemie che colpiscono l'uomo, il dieci per cento è una percentuale di mortalità già straordinariamente elevata. A prima vista l'azione del clima sembra abbastanza indipendente dalla lotta per l'esistenza, ma poiché il clima agisce principalmente riducendo il cibo, provoca una lotta più severa tra gli individui, tanto della stessa specie che di specie diverse, che vivono dello stesso tipo di cibo. Anche quando il clima, per esempio un freddo eccezionale, agisce direttamente, chi ne soffrirà di più saranno i meno vigorosi o coloro che durante l'inverno hanno avuto meno cibo. Quando viaggiamo da sud verso nord, o da una regione umida a una asciutta, vediamo invariabilmente che alcune specie diventano sempre più rare e infine spariscono, e poiché il cambiamento del clima è notevole siamo tentati di attribuire l'intero effetto alla sua azione diretta. Ma è una prospettiva del tutto sbagliata: dimentichiamo che ogni specie, anche dove è più abbondante, in qualche periodo della vita è sottoposta costantemente a una drastica riduzione per effetto dei nemici o dei competitori che si contendono lo stesso luogo e lo stesso cibo; se nemici e competitori sono in qualsiasi misura favoriti da un piccolo cambiamento del clima, aumenteranno di numero e, poiché ogni area ospita già il numero di abitanti che può sostenere, l'altra specie diminuirà. Quando viaggiamo verso sud e vediamo una specie diminuire di numero, possiamo ritenere con sicurezza che la causa stia tanto nel fatto che altre specie sono favorite, quanto nel fatto che essa è danneggiata. Lo stesso avviene quando viaggiamo verso nord, ma in misura lievemente minore, perché andando in questa direzione il numero delle specie di ogni tipo, e dunque anche dei competitori, diminuisce. Perciò andando verso nord o scalando una montagna ci imbattiamo molto più spesso in forme striminzite, a causa dell'azione *direttamente* dannosa del clima, rispetto a quando procediamo verso sud o scendiamo da una montagna. Quando raggiungiamo le regioni dell'Artico, le cime coperte di neve o i deserti estremi, la guerra per la [vita](#) si svolge quasi esclusivamente contro gli elementi.

Possiamo vedere chiaramente che il clima agisce per lo più indirettamente, favorendo altre specie, se osserviamo il prodigioso numero di piante che nei nostri giardini possono resistere perfettamente al clima; queste, però, non si naturalizzano mai, perché non possono competere con le piante locali e non resistono alla distruzione a opera degli animali del posto.

Quando una specie, grazie a circostanze molto favorevoli, cresce sproporzionatamente in un breve lasso di tempo, seguono delle epidemie, o almeno questo sembra verificarsi generalmente con la

nostra selvaggina: in questo caso abbiamo un meccanismo di controllo indipendente dalla lotta per la vita. Ma alcune di queste cosiddette epidemie sembrano dovute a parassiti, che per qualche ragione sono stati favoriti in modo sproporzionato, in parte forse per la facilità con cui possono diffondersi tra animali che affollano uno spazio ristretto: in questo modo si produce una specie di lotta tra il parassita e la sua preda.

In molti casi, d'altro lato, una riserva cospicua di individui della stessa specie rispetto al numero dei nemici è assolutamente necessaria per la conservazione della specie. Così possiamo far crescere nei nostri campi i cereali, il ravizzone ecc. perché i semi eccedono abbondantemente il numero degli uccelli che si nutrono di essi e gli uccelli, pur avendo in una stagione sovrabbondanza di cibo, non possono crescere in proporzione alla disponibilità dei semi, perché il loro numero viene controllato durante l'inverno. Ma chiunque ha fatto la prova sa quanto sia faticoso ottenere dei semi, da poche piante di grano, o altre simili coltivate in giardino: a me è capitato di non riuscire a ottenere neppure un seme. Il fatto che una riserva cospicua della stessa specie sia necessaria per la sua conservazione spiega alcune circostanze singolari in natura, come quella per cui piante molto rare sono a volte estremamente abbondanti nei pochi luoghi dove si trovano, o alcune piante sociali sono sociali, cioè hanno molti individui, anche ai confini estremi del loro raggio di diffusione. Perché in casi del genere possiamo ritenere che una pianta sopravviva solo dove le condizioni di esistenza sono favorevoli, in modo che molte possano coesistere e dunque salvarsi reciprocamente dalla completa distruzione. Potrei aggiungere che in alcuni di questi casi probabilmente entrano in gioco i buoni effetti di un incrocio frequente e i cattivi effetti di un accoppiamento tra affini, ma non mi diffonderò qui su questo intricato argomento.

Molti casi mostrano quanto siano complessi e imprevedibili i sistemi di controllo e le relazioni tra gli esseri organici che si trovano a lottare insieme nello stesso paese. Fornirò un solo esempio che, per quanto semplice, ha attirato il mio interesse. Nello [Staffordshire](#), nella proprietà di un parente dove avevo a disposizione abbondanti mezzi d'indagine, c'era una brughiera vasta e spoglia che non era mai stata toccata dalla mano dell'uomo, ma diverse centinaia di acri della stessa identica natura venticinque anni prima erano stati recintati e vi erano stati piantati degli abeti scozzesi. Il cambiamento della vegetazione locale nella parte della brughiera con la piantagione era notevolissimo, maggiore di quel che si vede generalmente passando da un tipo di terreno a un altro: non solo era cambiata completamente la proporzione numerica tra le piante della brughiera, ma dodici specie di piante (senza contare le erbe e i carici), che non si trovavano nella

brughiera, fiorivano nella piantagione. L'effetto sugli insetti dev'essere stato ancora maggiore, perché nella piantagione erano molto comuni sei uccelli insettivori che non si vedevano nella brughiera, frequentata solo da due o tre uccelli insettivori differenti. In questo caso vediamo quanto è stato potente l'effetto dell'introduzione di una sola specie di alberi, poiché nient'altro era stato fatto se non recintare il terreno per impedire l'ingresso del [bestiame](#). Quanto è importante la recinzione ho potuto vederlo chiaramente vicino a Farnham, nel Surrey. Qui ci sono vaste brughiere con alcuni gruppi fitti di abeti scozzesi sulla cima delle colline lontane: negli ultimi dieci anni grandi estensioni di terreno sono state recintate e ora gli abeti diffusi spontaneamente dai semi spuntano numerosi, così vicini tra loro che non tutti riescono a vivere. Quando accertai che questi giovani alberi non erano stati seminati né piantati, il loro numero mi colpì così tanto che mi recai in diversi punti d'osservazione, da cui potevo vedere centinaia di acri della brughiera non recintata e, letteralmente, non potei scorgere un solo abete scozzese all'infuori dei vecchi gruppi che erano stati piantati. Ma guardando meglio fra i tronchi della brughiera trovai una moltitudine di pianticelle e piccoli alberi brucati incessantemente dal bestiame. In una iarda quadrata, in un punto che distava qualche centinaio di iarde da uno dei vecchi gruppi, ho contato trentadue alberelli e uno di loro, a giudicare dai cerchi della crescita, aveva cercato invano di alzare la testa oltre i tronchi della brughiera per trentasei anni. Nessuna meraviglia dunque se, appena il terreno fu recintato, si ricoprì di giovani abeti fitti e dalla crescita rigogliosa. Eppure la brughiera era tanto spoglia e vasta che nessuno avrebbe mai immaginato che il bestiame la esplorasse così di frequente e con tanto successo alla ricerca del cibo.

Con ciò constatiamo che il bestiame determina in modo assoluto l'esistenza dell'abete scozzese, ma in molte parti del mondo sono gli insetti a determinare l'esistenza del bestiame. L'esempio più curioso al riguardo è probabilmente offerto dal [Paraguay](#). Qui infatti i bovini, i [cavalli](#) e i cani non sono mai ritornati selvatici, anche se sciamano a frotte in uno stato ferino a nord e a sud del paese. [Azara](#) e Rengger hanno mostrato che la causa di ciò è la grande diffusione in quel paese di una certa mosca, che depone le uova nell'ombelico di quegli animali appena nati. L'incremento di queste mosche, numerose come sono, deve essere controllato abitualmente con qualche mezzo, probabilmente gli uccelli. Dunque, se in Paraguay alcuni uccelli insettivori, il cui numero è regolato probabilmente dai falchi o dai predatori, dovessero aumentare, le mosche diminuirebbero e quindi il bestiame e i cavalli diventerebbero selvaggi e ciò altererebbe significativamente la vegetazione, come in effetti ho osservato in alcune parti dell'America meridionale; ciò a sua volta condizionerebbe

in misura rilevante gli insetti e, come abbiamo appena visto nello Staffordshire, anche gli uccelli insettivori e così via, in circoli di complessità sempre crescente. Abbiamo cominciato con gli uccelli insettivori e con essi finiamo, ma in natura le relazioni non possono essere sempre così semplici. La battaglia dentro la battaglia deve ripetersi sempre con successo variabile, eppure alla lunga le forze sono così ben bilanciate che il volto della natura resta uniforme per lunghi periodi di tempo, anche se senza dubbio la circostanza più insignificante darà la vittoria a un organismo sull'altro. Ciò nonostante, la nostra ignoranza è così profonda e tanta è la presunzione che ci stupiamo quando sentiamo che un organismo si è estinto e, poiché non ne vediamo la causa, invociamo cataclismi per spopolare il mondo o inventiamo delle leggi sulla durata delle forme di vita!

Sono tentato di fornire ancora un esempio che mostra come piante e animali, lontanissimi nella scala naturale, siano legati da una rete di relazioni complesse. Avrò in seguito occasione di mostrare che l'esotica *Lobelia fulgens*, in questa parte dell'Inghilterra, non è mai visitata dagli insetti e di conseguenza, per la sua struttura peculiare, non può mai produrre un seme. Molte nostre piante che appartengono alla famiglia delle Orchidacee richiedono assolutamente la visita delle falene, che rimuovono le masse polliniche e così le fecondano. Ho ragione di credere, inoltre, che i bombi siano indispensabili per la fecondazione della viola del pensiero (*Viola tricolor*), perché le altre api non visitano questo fiore. Con alcuni esperimenti ho trovato che le visite delle api, se non indispensabili, sono per lo meno altamente benefiche per la fecondazione dei nostri trifogli, ma soltanto i bombi visitano il comune trifoglio rosso (*Trifolium pratense*), perché le altre api non possono raggiungerne il nettare. Perciò ho motivo di credere che, se si estinguesse o diventasse molto raro in Inghilterra l'intero genere dei bombi, la viola del pensiero e il trifoglio rosso diventerebbero assai rari o sparirebbero del tutto. Il numero dei bombi in qualsiasi regione dipende in larga misura dal numero dei topi selvatici, che distruggono i loro favi e i nidi; e il signor H. Newman, che ha esaminato a lungo le abitudini dei bombi, ritiene che «più di due terzi di essi sono distrutti in questo modo in tutta l'Inghilterra». Ora, il numero dei topi, come ognuno sa, dipende dal numero dei gatti e, dice il signor Newman, «vicino ai villaggi e alle piccole città ho trovato che i nidi dei bombi sono più numerosi che altrove, spiego questo con il numero dei gatti che eliminano i topi». Si può dunque ritenere ragionevolmente che la presenza di una grande quantità di felini in una certa area possa determinare, con l'intervento prima dei topi e poi delle api, la frequenza di certi fiori in quella stessa area!

Per ogni specie probabilmente entrano in gioco molti sistemi

differenti di controllo, che agiscono in periodi diversi della vita, in stagioni o anni diversi e, pur essendo generalmente solo uno o pochi di questi sistemi i più potenti, tutti concorrono a determinare il numero medio o addirittura l'esistenza di quella specie. In alcuni casi si può mostrare che meccanismi di controllo assai diversi agiscono sulla stessa specie in regioni differenti. Quando osserviamo le piante e gli arbusti che coprono un terreno incolto, siamo tentati di attribuire la loro proporzione numerica e le diverse tipologie a ciò che chiamiamo caso. Quanto è falsa questa opinione! Tutti hanno sentito dire che quando viene abbattuta una foresta in America al suo posto spunta una vegetazione molto diversa; è stato osservato tuttavia che gli alberi che crescono ora sulle antiche rovine indiane, negli Stati Uniti meridionali, esibiscono la stessa magnifica diversità e proporzione delle foreste vergini circostanti. Quale lotta dev'essersi prodotta per lunghi secoli tra i diversi tipi di alberi mentre ogni anno ciascuno distribuiva i suoi semi a migliaia; quale guerra tra insetto e insetto — e tra gli insetti, le lumache e altri animali contro gli uccelli e gli animali da preda — mentre tutti si sforzavano di crescere e si nutrivano l'uno dell'altro o degli alberi, dei loro semi, dei germogli o delle altre piante che per prime avevano ricoperto il terreno, controllando così la crescita degli alberi! Lanciamo in aria una manciata di piume e tutte cadranno a terra secondo leggi precise, ma com'è semplice questo problema in confronto all'azione e reazione di innumerevoli piante e animali che hanno determinato, nel corso dei secoli, le proporzioni e i tipi degli alberi che crescono ora sulle antiche rovine degli indiani!

La dipendenza di un essere organico dall'altro, come di un parassita dalla sua preda, si verifica generalmente tra esseri lontani nella scala della natura. Questo accade spesso per quegli individui che, possiamo dire propriamente, lottano tra loro per l'esistenza, come per esempio le locuste e i quadrupedi erbivori. Ma la lotta sarà quasi sempre durissima tra gli individui della stessa specie, perché abitano gli stessi luoghi, necessitano dello stesso cibo e sono esposti agli stessi pericoli. Generalmente la lotta sarà quasi altrettanto dura tra varietà diverse della stessa specie e qualche volta l'esito della competizione risulterà presto chiaro: per esempio, se diverse varietà di grano vengono seminate insieme, e i semi mescolati vengono riseminati, alcune varietà più appropriate al terreno o al clima, o naturalmente più feconde, batteranno le altre e produrranno più semi, e di conseguenza nel giro di alcuni anni soppianteranno quasi le altre varietà. Per conservare una produzione mista di varietà strettamente affini come i piselli odorosi di diverso colore, ogni anno bisogna raccogliarli separatamente e poi mescolare i semi nelle dovute proporzioni, altrimenti i tipi più deboli diminuiranno costantemente e spariranno.

Lo stesso vale anche per le varietà di pecore: si è affermato che alcune varietà di montagna possono ridurne alla fame altre, per cui non le si può tenere insieme. Si è ottenuto lo stesso risultato con diverse [varietà della sanguisuga](#) medicinale. Si può perfino dubitare che le varietà di una qualsiasi delle nostre piante coltivate o animali domestici avrebbero esattamente la stessa robustezza, abitudini e costituzione — per cui le proporzioni originali di un ceppo misto possono essere mantenute per una mezza dozzina di generazioni — se fosse consentito loro di lottare l'una contro l'altra come gli esseri allo stato di natura e se i semi o i piccoli non venissero selezionati ogni anno.

Poiché solitamente, ma non invariabilmente, le specie dello stesso genere hanno qualche somiglianza nelle abitudini e nella costituzione, e sempre nella struttura, la lotta tra le specie dello stesso genere, quando entrano in competizione tra loro, sarà generalmente più severa che tra le specie di generi diversi. Lo vediamo nella recente diffusione in alcune parti degli Stati Uniti di una specie di [rondine](#), che ha causato la diminuzione di un'altra specie. Il recente aumento della [tordela](#) in alcune parti della Scozia ha causato la diminuzione del tordo. Quanto spesso sentiamo che una specie di ratto ha preso il posto di un'altra nei climi più diversi! In Russia la piccola [blatta](#) asiatica ha cacciato, ovunque l'abbia incontrata, la sua grande congenere. Una specie di [senape](#) campestre ne soppianderà un'altra e così via. Possiamo percepire vagamente perché la competizione debba essere più severa tra forme affini, che occupano quasi lo stesso posto nell'economia della natura, ma probabilmente in nessun caso possiamo dire con precisione perché una specie sia stata vittoriosa su un'altra nella grande battaglia per la vita.

Dalle osservazioni precedenti si può dedurre un corollario della massima importanza, vale a dire che la struttura di ogni essere organico è collegata, in modo essenziale eppure spesso nascosto, a quella di tutti gli altri esseri organici con cui entra in competizione per il cibo o la dimora, dai quali deve scappare o che sono sua preda. Ciò è evidente nella struttura dei denti e degli artigli della tigre e in quella delle zampe e degli artigli del parassita che si attacca al suo pelo. Ma nel seme magnificamente piumato del dente di leone e nelle zampe appiattite e guarnite di frange dei coleotteri acquatici la relazione a prima vista sembra limitata agli elementi dell'aria e dell'acqua. Eppure il vantaggio dei [semi](#) piumati sta senza dubbio nella relazione più stretta con il terreno già fittamente ricoperto da altre piante, cosicché i semi possono distribuirsi ampiamente e cadere su una porzione di terreno non ancora occupata. Nel coleottero acquatico la struttura delle zampe così ben adattate all'immersione consente la competizione con altri insetti acquatici, la caccia alle prede e la fuga di fronte al pericolo di diventare preda di altri animali.

La scorta di nutrimento accumulata dentro il seme di molte piante non sembra avere, a prima vista, alcuna relazione con altre piante. Ma a giudicare dalla forte crescita delle giovani piante prodotte da questi semi (come piselli e fagioli) quando sono seminati tra l'erba alta, sospetto che l'uso principale del nutrimento nel seme sia quello di favorire la crescita delle giovani pianticelle mentre lottano con altre piante che crescono vigorosamente tutt'intorno.

Si consideri una pianta al centro della sua area di diffusione: perché mai non vediamo il numero dei suoi individui raddoppiare o quadruplicare? Sappiamo che quella pianta può reggere facilmente un po' più di calore o di freddo, di umidità o di siccità, perché altrove vive in regioni un po' più calde o fredde, umide o secche. In questo caso vediamo chiaramente che, se immaginiamo di poter conferire alla pianta il potere di aumentare di numero, dobbiamo darle qualche vantaggio sui suoi competitori o sugli animali di cui è preda. Ai confini della sua area di diffusione geografica un cambiamento di costituzione rispetto al clima rappresenterebbe certamente un vantaggio per la nostra pianta; ma abbiamo ragione di credere che soltanto poche piante o animali si spingano tanto in là da essere distrutte solo dal rigore del clima. La competizione cesserà soltanto quando si raggiungeranno gli estremi confini della vita, nelle regioni artiche o ai margini di una regione assolutamente desertica. Il terreno potrà essere estremamente freddo o secco, eppure vi sarà sempre competizione tra specie o tra individui della stessa specie per conquistare i luoghi più caldi o più umidi.

Perciò possiamo anche comprendere che quando una pianta o un animale viene collocato in un nuovo paese, tra nuovi competitori, anche se il clima è esattamente lo stesso della dimora precedente, le sue condizioni di vita cambieranno generalmente in modo sostanziale. Se volessimo incrementare il numero medio dei suoi individui nella nuova dimora, dovremmo modificare la pianta o l'animale diversamente da come avremmo fatto nel suo paese d'origine, perché dobbiamo dargli qualche vantaggio su un insieme diverso di competitori o nemici.

È facile provare in astratto a conferire così a ogni forma un certo vantaggio su un'altra, ma in nessun caso concreto sapremo probabilmente cosa fare per riuscirci. Questo ci convincerà della nostra ignoranza sulle relazioni reciproche tra tutti gli organismi, una convinzione tanto necessaria quanto difficile da acquisire. La sola cosa che possiamo fare è tenere sempre a mente che ogni organismo si sforza di crescere in progressione geometrica, che in un certo periodo della sua vita, in qualche stagione dell'anno, a ogni generazione o a certi intervalli, questo deve lottare per la vita ed essere soggetto a

distruzione. Quando riflettiamo su questa lotta ci possiamo consolare con la piena convinzione che la guerra in natura non è senza sosta, che la paura è sconosciuta, la morte è generalmente rapida e coloro che sono vigorosi, sani e felici sopravvivono e si moltiplicano.

CAPITOLO IV

SELEZIONE NATURALE

Selezione naturale — suo potere a confronto con la selezione operata dall'uomo — suo potere sui caratteri d'importanza trascurabile — suo potere a tutte le età e su entrambi i sessi — Selezione sessuale — Sulla generalità degli incroci tra individui della stessa specie — Circostanze favorevoli e sfavorevoli alla selezione naturale, vale a dire: incrocio, isolamento, numero degli individui — Azione lenta — Estinzione causata dalla selezione naturale — Divergenza dei caratteri, collegata alla diversità degli abitanti di qualsiasi piccola area e alla naturalizzazione — Azione della selezione naturale, attraverso la divergenza dei caratteri e l'estinzione, sui discendenti di un progenitore comune — Come tutti gli esseri organici si dividono in gruppi.

Come agirà sulla variazione la lotta per l'esistenza discussa troppo brevemente nell'ultimo capitolo? Il principio della selezione, che abbiamo visto tanto potente nelle mani dell'uomo, può applicarsi alla natura? Vedremo, credo, che può agire in modo assai efficace. Si tenga a mente quale infinito numero di strane peculiarità mostrano le variazioni delle nostre produzioni domestiche e, in grado minore, quelle allo stato di natura, e quanto è forte la tendenza ereditaria. Nell'addomesticamento si può davvero dire che l'intera organizzazione diventa in qualche misura plastica. Si ricordi quanto infinitamente complesse e strette sono le relazioni reciproche tra tutti gli esseri organici, e tra loro e le condizioni fisiche di vita. Considerato che alcune variazioni utili all'uomo si sono senza dubbio verificate, si può ritenere dunque improbabile che qualche volta altre variazioni, utili in qualche modo a ogni essere, nella grande e complessa battaglia per la vita, si verifichino nel corso di migliaia di generazioni? Se ciò avviene, possiamo dubitare — ricordando che nascono molti più organismi di quanti ne possono sopravvivere — che individui che abbiano un qualsiasi vantaggio, seppur lieve, sugli altri, avrebbero maggiore possibilità di sopravvivere e riprodursi? D'altro lato possiamo essere sicuri che qualsiasi variazione, anche minimamente dannosa, sarebbe rigorosamente eliminata. Chiamo selezione naturale questa conservazione delle variazioni favorevoli e l'eliminazione delle variazioni nocive. Le variazioni che non sono né utili né dannose non saranno toccate dalla selezione naturale e resteranno fluttuanti, come vediamo nelle [specie](#) polimorfiche.

Comprenderemo meglio il probabile corso della selezione naturale considerando il caso di un paese soggetto ad alcuni cambiamenti fisici,

per esempio nel clima. Le proporzioni numeriche dei suoi abitanti subiranno quasi immediatamente un cambiamento e qualche specie potrebbe estinguersi. Da quanto abbiamo visto, considerando gli stretti e complessi legami che tengono insieme gli abitanti di ogni paese, possiamo concludere che qualsiasi cambiamento nelle proporzioni numeriche di alcuni abitanti, anche indipendentemente dal cambiamento climatico, inciderà fortemente su molti altri abitanti. Se il paese ha dei confini aperti, certamente nuovi individui vi immigreranno e anche questo disturberà seriamente le relazioni tra alcuni degli antichi abitanti. Si ricordi, com'è stato mostrato, quanto è forte l'influenza esercitata dall'introduzione di un singolo albero o mammifero. Ma nel caso di un'isola, o di un paese circondato in parte da barriere naturali, nel quale non possono entrare liberamente individui nuovi e più adatti, avremmo nell'economia della natura dei posti vuoti che sicuramente sarebbero occupati da alcuni abitanti originari, se essi si modificassero; mentre, se l'area fosse aperta all'immigrazione, questi stessi posti sarebbero occupati da estranei. In un caso del genere, qualsiasi piccola modifica sorta nel corso del tempo e che favorisca gli individui di una qualsiasi specie, permettendo loro di adattarsi meglio alle mutate condizioni, tenderebbe a conservarsi e la selezione naturale avrebbe modo di esercitare liberamente la sua opera di miglioramento.

Abbiamo ragione di credere, come si è affermato nel primo capitolo, che un cambiamento nelle condizioni di vita, agendo specialmente sul sistema riproduttivo, causi o incrementi la variabilità. Nell'esempio precedente abbiamo supposto che le condizioni di vita abbiano subito un cambiamento, e ciò è senz'altro un incentivo alla selezione naturale, in quanto incrementa la possibilità che si verifichino variazioni vantaggiose; mentre, se queste variazioni non si verificano, la selezione naturale non ha luogo. Non che sia necessaria, a mio giudizio, una quantità estrema di variabilità: come l'uomo produce grandi risultati accumulando in una certa direzione le semplici differenze individuali, così può farlo la natura, ma molto più facilmente, perché ha a sua disposizione un tempo incomparabilmente più lungo. Non credo neppure che sia davvero necessario un grande cambiamento fisico, per esempio nel clima, o un inconsueto grado di isolamento che limiti l'immigrazione, affinché si producano posti nuovi e non occupati che la selezione naturale riempirà modificando e migliorando qualcuno degli abitanti soggetti a variazione. Perché, considerato che tutti gli abitanti di ogni paese lottano tra loro con forze ben bilanciate, le modificazioni più lievi nella struttura o nelle abitudini di un abitante daranno spesso a questo un vantaggio sugli altri, e ulteriori modificazioni dello stesso genere aumenteranno maggiormente il vantaggio. Non è possibile menzionare un solo paese

nel quale gli abitanti autoctoni siano così perfettamente adattati l'uno all'altro e alle condizioni fisiche in cui vivono che nessuno possa essere migliorato in qualche maniera, perché in tutti i paesi gli abitanti originari sono stati sopraffatti da specie forestiere che vi si sono naturalizzate, al punto che essi hanno consentito a queste ultime di impadronirsi saldamente del territorio. E poiché i forestieri hanno ovunque avuto la meglio su alcuni abitanti originari, possiamo con sicurezza che anche gli abitanti del posto avrebbero potuto modificarsi vantaggiosamente in modo da resistere meglio agli invasori.

Poiché l'uomo può produrre e ha prodotto sicuramente un grande risultato con la sua opera volontaria e inconsapevole di selezione, che cosa non potrà realizzare la natura? L'uomo può agire soltanto sui caratteri esterni e visibili: la natura non si cura affatto delle apparenze, a meno che non siano utili a un qualsiasi essere. Essa può agire su ogni organo interno, su ogni minima differenza nella costituzione, sull'intero meccanismo della vita. L'uomo seleziona soltanto per il proprio vantaggio, la natura soltanto per quello dell'essere di cui si cura. Quest'ultima sottopone ogni carattere selezionato a ogni tipo di prova e l'essere viene messo in condizioni di vita appropriate. L'uomo tiene nello stesso luogo esseri nati in condizioni climatiche diverse, raramente mette alla prova in maniera peculiare e appropriata ogni carattere selezionato. Nutre con lo stesso cibo un colombo dal becco lungo e uno dal becco corto, non sottopone a esercizi diversi un quadrupede dalla groppa lunga e uno dalle zampe lunghe, ed espone allo stesso clima le pecore dal pelo lungo e quelle dal pelo corto. Non consente ai maschi più vigorosi di lottare per le femmine. Non elimina gli animali di qualità inferiore ma, per quanto in suo potere, protegge tutte le sue produzioni in ogni stagione. Spesso comincia la selezione partendo da alcune forme semimostruose, o per lo meno da una modificazione abbastanza accentuata da attirare la sua attenzione o da risultargli semplicemente utile. In natura la più piccola differenza di struttura o di costituzione può far pendere a proprio favore la ben equilibrata bilancia della lotta per la [vita](#) ed essere così conservata. Quanto sono passeggeri i desideri e gli sforzi dell'uomo! Com'è breve il tempo a sua disposizione! E dunque quanto poveri saranno i suoi risultati a confronto con quelli accumulati dalla natura nel corso di intere ere geologiche! Possiamo allora sorprenderci che i prodotti della natura siano tanto «più genuini» nel loro carattere rispetto alle produzioni dell'uomo, che siano infinitamente meglio adattati alle più complesse condizioni di vita e che rechino l'impronta di un processo di fabbricazione di gran lunga migliore?

Possiamo dire che la selezione naturale sottopone a esame, giorno per giorno e ora per ora, in tutto il mondo, qualsiasi variazione, anche

la più piccola, scartando ciò che è cattivo, conservando e sommando ciò che è buono, lavorando silenziosamente e impercettibilmente, quando e dovunque se ne offra l'occasione, al miglioramento di ogni essere vivente in relazione alle sue condizioni di vita organiche e inorganiche. Non percepiamo nulla di questi lenti cambiamenti mentre sono in corso, finché l'azione del tempo non avrà segnato il lungo trascorrere delle ere; ma la nostra percezione delle età geologiche più remote è così imperfetta che ci accorgiamo soltanto che le forme di vita sono diverse ora da come erano una volta.

Anche se la selezione naturale può agire solamente tramite e per il bene di ogni essere, essa influisce anche su caratteri e strutture che siamo portati a considerare della minima importanza. Quando vediamo che gli insetti che si nutrono di foglie sono verdi e quelli che si nutrono di corteccia sono di un grigio variegato, che il lagopodo alpino è bianco d'inverno, il [tetraone](#) rosso è del colore dell'erica, mentre il fagiano di monte è del colore della terra di torba, dobbiamo ritenere che queste colorazioni servano a quegli insetti o uccelli per proteggerli dal pericolo. I tetraoni, se non fossero eliminati in qualche momento della loro vita, aumenterebbero smisuratamente; invece si sa che sono abbondantemente esposti agli attacchi degli uccelli predatori. La vista guida i falchi alle loro prede, al punto che in alcune regioni del continente si raccomanda di non allevare colombe bianche, in quanto più soggetti alla distruzione. Non vedo ragione, dunque, per dubitare che la selezione naturale possa essere assai efficace nel dare il colore appropriato a ogni tipo di tetraone e nel mantenere quel colore, una volta acquisito, fedelmente e in modo costante. Allo stesso modo non dobbiamo pensare che la distruzione occasionale di un animale di un certo colore abbia conseguenze limitate: dobbiamo ricordare quanto è importante in un gregge di pecore bianche eliminare ogni agnello che abbia una sia pur minima traccia di nero. Nelle piante la peluria del frutto e il colore della polpa sono considerati dai botanici caratteri della minima importanza, eppure apprendiamo da un eccellente orticoltore, [Downing](#), che negli Stati Uniti i frutti dalla buccia liscia soffrono molto più per gli attacchi di un coleottero, il curculione, rispetto a quelli dotati di peluria; che le susine viola sono più esposte di quelle gialle a una particolare malattia, mentre un altro morbo colpisce le pesche con la polpa gialla molto più di quelle con la polpa di diverso colore. Se, nonostante tutti i soccorsi dell'arte, queste piccole differenze fanno invece una grande differenza nella coltivazione di tante varietà, sicuramente allo stato di natura, dove gli alberi devono lottare con gli altri alberi e con uno stuolo di nemici, tali differenze possono davvero decidere quale varietà di frutta avrà successo, se quella con la buccia liscia oppure quella con la buccia pelosa, con il frutto dalla polpa gialla oppure

viola.

Nel prendere in considerazione tanti piccoli punti di differenza tra le specie che, per quanto la nostra ignoranza ci permette di giudicare, sembrano piuttosto privi d'importanza, non dobbiamo dimenticare che il clima, il cibo ecc. hanno prodotto probabilmente qualche effetto circoscritto e diretto. È comunque importante tenere a mente che ci sono molte leggi di correlazione della crescita a noi sconosciute, le quali, quando una parte dell'organismo è modificata per una variazione e le variazioni si accumulano per effetto della selezione naturale a vantaggio di un essere, causeranno altre modificazioni dal carattere spesso del tutto inaspettato.

Poiché vediamo che le variazioni che si producono allo **stato domestico** in un certo periodo della vita tendono a ripresentarsi nella prole in quello stesso periodo — per esempio, nei semi di parecchie varietà di piante alimentari e agricole, negli stadi del bruco e del bozzolo nelle varietà del baco da seta, nelle uova del pollame e nel colore della peluria dei pulcini, nelle corna di ovini e bovini quando sono quasi adulti —, così allo stato di natura la selezione sarà in grado di agire, modificandoli, sugli esseri organici a qualsiasi età, mediante l'accumulazione di variazioni utili a quell'età e mediante la loro ereditarietà a un'età corrispondente. Se giova a una pianta avere i semi distribuiti sempre più diffusamente dal vento, non vedo perché tale effetto debba essere realizzato tramite la selezione naturale con più difficoltà di quanta ne incontri il piantatore di cotone nell'aumentare e migliorare con una selezione la lanugine dei gusci nelle sue piante. La selezione naturale può modificare e adattare la larva di un insetto a una lunga serie di contingenze, completamente diverse da quelle che riguardano l'insetto maturo. Attraverso le leggi della correlazione queste modificazioni avranno degli effetti sulla struttura dell'adulto e, probabilmente, nel caso di insetti che vivono poche ore e non si nutrono mai, larga parte della struttura dell'adulto è solo il risultato, per correlazione, di cambiamenti avvenuti nella struttura delle larve. Così, reciprocamente, le modificazioni dell'adulto avranno spesso effetti sulla struttura della larva, ma in tutti i casi la selezione naturale farà sì che modificazioni conseguenti ad altre, relative a un diverso periodo della vita, non risultino in alcun modo dannose, poiché in tal caso causerebbero l'estinzione della specie.

La selezione naturale modificherà la struttura del piccolo in relazione al genitore e del genitore in relazione al piccolo. Negli animali sociali adatterà la struttura di ogni individuo a vantaggio della comunità, a condizione che l'individuo tragga a propria volta vantaggio dal cambiamento. Quel che la selezione naturale non può fare è modificare la struttura di una specie senza fornirle qualche

vantaggio, ma solo per il bene di un'altra specie. E sebbene si trovino affermazioni in questo senso nelle opere di storia naturale, non conosco un solo caso che regga a un esame approfondito. Una struttura utilizzata una sola volta nell'arco dell'intera vita dell'animale, in un momento in cui è molto importante per l'animale stesso, può essere modificata in qualsiasi misura dalla selezione naturale: per esempio le grandi mandibole di certi insetti, utilizzate esclusivamente per aprire il bozzolo, o la punta dura sul becco degli uccelli nidificatori, usata per rompere il guscio. Si è affermato che la maggior parte dei migliori colombi capitombolanti dal becco corto muore dentro l'uovo perché non riesce a uscirne, così gli appassionati intervengono nel momento in cui si schiudono le uova. Ora, se la natura rendesse particolarmente corto il becco di un colombo adulto, a vantaggio dell'uccello, il processo di modificazione sarebbe assai lento e si produrrebbe simultaneamente alla selezione più rigorosa, dentro l'uovo, dei giovani uccelli con becchi più potenti e duri, mentre tutti quelli con il becco debole inevitabilmente perirebbero; oppure verrebbero selezionati gusci più delicati e che si rompono più facilmente: si sa infatti che lo spessore del guscio varia come ogni altra struttura.

Selezione sessuale — Poiché spesso le peculiarità si presentano, allo stato domestico, in un sesso e diventano ereditarie in relazione a quel sesso, lo stesso fatto probabilmente si verifica in natura. Se le cose stanno così, la selezione naturale sarà in grado di modificare un sesso nei suoi rapporti funzionali con l'altro sesso o in relazione ad abitudini di vita del tutto diverse nei due sessi, come avviene talvolta negli insetti. Ciò mi porta a esprimere alcune considerazioni su ciò che chiamo selezione sessuale. Questa non dipende da una lotta per l'esistenza, ma da una lotta tra i maschi per il possesso delle femmine, e il risultato non è la morte del competitore sconfitto, bensì la scarsità o l'assenza di prole. La selezione sessuale, dunque, è meno rigorosa della selezione naturale. Generalmente i maschi più vigorosi, i meglio adattati ai posti che occupano in natura, lasceranno una maggior quantità di discendenti. Ma in molti casi la vittoria non dipenderà dal vigore complessivo, bensì dal possesso di armi speciali, che si trovano solo nel maschio. Un cervo privo di corna o un gallo senza speroni avrebbero scarse possibilità di proliferare. Permettendo sempre al vincitore di accoppiarsi, la selezione sessuale può certamente conferirgli un indomito coraggio, lunghi speroni, forza all'ala per colpire con la zampa dotata di sperone; proprio come fa il brutale allevatore di galli da combattimento, che sa bene di poter migliorare la sua razza selezionando con cura gli individui migliori. Non saprei dire quanto in basso nella scala della natura si spinga questa legge di

battaglia, ma ci sono descrizioni di [alligatori](#) maschi che, per il possesso delle femmine, lottano, urlano e si voltano di scatto come gli indiani in una danza di guerra; si sa che i [salmoni](#) maschi possono lottare per intere giornate e che i maschi dei [cervi volanti](#) recano spesso le ferite inferte dalle enormi mandibole degli altri maschi. Forse la guerra è più violenta tra i maschi degli animali poligami, che appaiono più spesso dotati di armi speciali. I maschi degli animali carnivori sono già ben armati, eppure la selezione sessuale li rende dotati di speciali mezzi di difesa, come la [criniera del leone](#), la [spallina del cinghiale](#) e la mascella uncinata del salmone maschio: poiché per la vittoria lo scudo può essere altrettanto importante della spada o della lancia.

Tra gli uccelli la gara spesso ha un carattere più pacifico. Tutti quelli che si sono occupati dell'argomento credono che ci sia una rivalità assai spinta tra i maschi di molte specie per attirare le femmine con il canto. La rupicola della Guiana, l'uccello del paradiso e alcuni altri si riuniscono in branchi, poi i maschi in successione mostrano il loro splendido piumaggio e assumono bizzarri atteggiamenti davanti alle femmine, che rimangono spettatrici finché scelgono il partner più attraente. Chi ha allevato con dedizione uccelli in cattività sa bene che spesso essi sviluppano preferenze e antipatie individuali. Così Sir R. [Heron](#) ha descritto come un pavone pezzato risultasse attraente per tutte le femmine degli uccelli che possedeva. Attribuire un qualsiasi effetto a mezzi apparentemente tanto deboli può sembrare infantile. Qui non posso entrare nei dettagli necessari a sostenere il punto di vista che propongo, ma se in poco tempo l'uomo può conferire ai suoi polli Bantam bellezza e portamento elegante, secondo i suoi ideali estetici, non vedo alcuna buona ragione per dubitare che le femmine degli uccelli abbiano potuto produrre un effetto notevole selezionando nel corso di migliaia di generazioni i maschi più belli e capaci di produrre le melodie migliori. Sospetto fortemente che alcune leggi ben note relative al [piumaggio](#) degli uccelli, maschi e femmine, a confronto con il piumaggio dei piccoli, possano essere spiegate supponendo che il piumaggio sia stato modificato principalmente mediante la selezione sessuale, che agisce quando gli uccelli raggiungono l'età dell'accoppiamento o durante la stagione degli amori; le modificazioni così prodotte saranno ereditate in età o in stagioni corrispondenti dalle sole femmine o dai maschi e dalle femmine. Ma non c'è spazio qui per entrare nell'argomento.

Così, personalmente, ritengo che, quando i maschi e le femmine di un qualsiasi animale hanno le stesse abitudini generali di vita, ma differiscono per struttura, colore o ornamento, queste differenze siano state causate principalmente dalla selezione sessuale; cioè singoli maschi hanno avuto, in generazioni successive, qualche lieve

vantaggio sugli altri in fatto di armamenti, mezzi di difesa, o fascino e hanno trasmesso quei vantaggi ai loro discendenti maschi. Tuttavia non vorrei attribuire tutte le differenze sessuali a questa sola azione, poiché tra i nostri animali domestici vediamo sorgere e svilupparsi nei maschi delle peculiarità (come il bargiglio nel maschio del colombo viaggiatore, le protuberanze a forma di corno nei maschi di certi volatili ecc.) che non possiamo credere siano stati utili in battaglia o attraenti per le femmine. Vediamo casi analoghi in natura, per esempio il ciuffo di peli sul petto del tacchino maschio, che difficilmente può risultare utile o ornamentale per questo uccello; in effetti, se il ciuffo fosse apparso allo stato domestico, sarebbe stato considerato una mostruosità.

Illustrazioni dell'azione della selezione naturale — Allo scopo di chiarire come agisce, a mio parere, la selezione naturale, mi sia consentito di fornire uno o due esempi immaginari. Prendiamo il caso di un lupo le cui prede sono vari animali che si procura ricorrendo in qualche caso all'astuzia, in qualche altro alla forza, in altri ancora alla rapidità e supponiamo che la preda più veloce, poniamo il cervo, sia, a seguito di qualche variazione, aumentato di numero in quel paese, o che altre prede siano diminuite nella stagione in cui il lupo sente maggiormente lo stimolo della fame. Non vedo ragione per dubitare che in queste circostanze i lupi più rapidi e snelli avranno maggiori occasioni di sopravvivere e quindi di conservarsi ed essere selezionati, purché mantengano sempre la forza per dominare la preda nei diversi periodi dell'anno, quando potranno essere costretti a nutrirsi di altri animali. Non ho motivo di dubitare di ciò più di quanto ne abbia di credere che l'uomo non possa migliorare la rapidità dei suoi levrieri mediante una selezione accurata e metodica, o mediante la selezione inconsapevole che lo spinge a tenere i cani migliori, anche senza preoccuparsi di modificare la razza.

Anche senza variazioni nelle proporzioni numeriche degli animali che il nostro lupo caccia, può nascere un cucciolo con una tendenza innata a inseguire certi tipi di prede. Non si può pensare che ciò sia del tutto improbabile, perché vediamo spesso grandi differenze nelle tendenze naturali manifestate dai nostri animali domestici. Un gatto, per esempio, dà la caccia ai ratti, un altro ai topi e, come afferma il signor **St John**, un gatto porta a casa selvaggina alata, un altro lepri o conigli, mentre un altro ancora va a caccia nei terreni paludosi e quasi ogni notte cattura beccacce e beccaccini. Si sa che la tendenza a dare la caccia ai ratti oppure ai topi viene ereditata. Ora, se il minimo cambiamento nelle abitudini o nella struttura conferisce un vantaggio a un singolo lupo, esso avrà le migliori opportunità di sopravvivere e

di lasciare discendenti. Alcuni dei suoi piccoli probabilmente erediteranno le stesse abitudini o la stessa struttura, e il ripetersi di questo processo renderà possibile la nascita di una nuova varietà, che soppianderà oppure coesisterà con la forma originaria del lupo. Oppure ancora, i lupi che abitano una regione montuosa e quelli che frequentano le pianure daranno istintivamente la caccia a prede diverse, e la continua conservazione degli individui più adatti ai due siti farà sì che lentamente si formino due varietà. Queste varietà si incroceranno e si mescoleranno là dove si incontrano, ma su questo argomento torneremo tra breve. Per il momento posso aggiungere che, stando a quanto afferma il signor [Pierce](#), due [varietà di lupi](#) abitano le montagne Catskill negli Stati Uniti, una leggermente simile a un levriero, che insegue i cervi, l'altra più corpulenta, con le zampe più corte, che attacca più spesso i greggi dei pastori.

Consideriamo ora un caso più complesso. Alcune piante secernono un succo dolce, apparentemente per eliminare qualcosa di dannoso dalla loro linfa: ciò avviene tramite alcune ghiandole poste alla base delle stipole in alcune [leguminose](#) e sul retro delle foglie nel comune [alloro](#). Questo succo, prodotto in quantità limitata, è avidamente ricercato dagli insetti. Supponiamo ora che un poco di succo dolce o nettare sia secreto alla base dei petali di un fiore, nella parte interna. In tal caso gli insetti che cercano il nettare restano imbrattati di polline e spesso trasportano il polline di un fiore sullo stigma di un altro. Così i fiori di due individui distinti si incroceranno e abbiamo ragione di ritenere che l'atto dell'incrocio (come riferiremo più diffusamente in seguito) darà vita a pianticelle molto vigorose, che avranno di conseguenza le migliori possibilità di prosperare e sopravvivere. Alcune di queste pianticelle erediteranno probabilmente la capacità di secernere il nettare. I singoli fiori dotati delle ghiandole più sviluppate, che secernono nettare in quantità, saranno visitati più spesso dagli insetti, saranno incrociati più spesso e così alla lunga prevarranno. Analogamente saranno favoriti o selezionati anche i fiori che abbiano stami e pistilli collocati, rispetto alle dimensioni e alle abitudini degli insetti particolari che li visitano, in modo da favorire il trasporto del polline di fiore in fiore. Possiamo anche prendere il caso degli insetti che visitano i fiori per raccoglierne il polline anziché il nettare. Poiché il polline viene generato con il solo obiettivo della fecondazione, la sua distruzione è per la pianta una pura perdita. Ma se un poco di polline fosse trasportato di fiore in fiore, magari dapprima occasionalmente e poi regolarmente dagli insetti che se ne nutrono, e si producesse così un incrocio, questo potrebbe rappresentare per la pianta un grande guadagno, perfino se nove decimi del polline andassero distrutti; inoltre gli individui in grado di produrre sempre più polline e di sviluppare antere sempre più grandi

sarebbero selezionati.

Quando la nostra pianta, con questo processo di continua conservazione o selezione naturale dei fiori più attraenti, catturerà l'attenzione degli insetti, questi ultimi, senza intenzione da parte loro, trasporteranno regolarmente il polline di fiore in fiore e lo faranno nel modo più efficace, come potrei mostrare facilmente con molti sorprendenti esempi. Ne riporterò solo uno, non perché particolarmente singolare, ma perché può illustrare uno stadio nella separazione dei sessi delle piante che mi piacerebbe ora presentare. Alcuni alberi di agrifoglio possiedono solo fiori maschi, con quattro stami che producono una quantità piuttosto limitata di polline e un pistillo rudimentale; altri agrifogli possiedono solo fiori femminili: questi hanno un pistillo ben sviluppato e quattro stami con antere rinsecchite, nelle quali non si trova uno solo granello di polline. Avendo trovato una pianta femminile a sessanta iarde precise di distanza da una maschile, ho sottoposto al microscopio gli stimmi di venti fiori presi da rami diversi: su tutti senza eccezione c'erano alcuni grani di polline, ma solo su alcuni ve n'era in abbondanza. Poiché il vento aveva soffiato per diversi giorni dalla pianta femminile in direzione di quella maschile, il polline non poteva essere stato trasportato in quel modo. Il clima era stato freddo e tempestoso, dunque non favorevole alle api: eppure tutti i fiori femminili esaminati erano stati effettivamente fecondati e imbrattati accidentalmente di polline dalle api, volate da un albero all'altro in cerca di nettare. Ma torniamo ora al nostro caso immaginario: appena la pianta è diventata così attraente per gli insetti che il polline viene trasportato regolarmente di fiore in fiore, un altro processo può cominciare. Nessun naturalista mette in dubbio il vantaggio di quella che è stata chiamata la «divisione fisiologica del lavoro». Possiamo dunque ritenere che sia vantaggioso per una pianta produrre soltanto stami in un fiore o in un'intera pianta, e soltanto pistilli in un altro fiore o in un'altra pianta. Nelle piante coltivate e poste in condizioni di vita nuove, a volte gli organi maschili e altre volte quelli femminili diventano più o meno sterili. Ora, se supponiamo che ciò avvenga in qualche minimo grado anche in natura, allora, dal momento che il polline è già trasportato regolarmente di fiore in fiore e dal momento che una separazione più completa dei sessi della nostra pianta sarebbe vantaggiosa per il principio della divisione del lavoro, gli individui con questa tendenza crescerebbero sempre di più e sarebbero continuamente favoriti o selezionati al punto da produrre una separazione completa dei sessi.

Rivolgiamo ora di nuovo la nostra attenzione agli insetti che, nel nostro caso immaginario, si nutrono di nettare: possiamo supporre che la pianta di cui abbiamo visto aumentare lentamente il nettare per un

processo di selezione continua sia una pianta comune e che certi insetti dipendano per lo più dal suo nettare per il cibo. Potrei fornire molti esempi a dimostrazione di quanto le api siano ansiose di risparmiare tempo: per esempio la loro abitudine di praticare fori e di succhiare il nettare alla base di certi fiori nei quali, con poco disturbo in più, potrebbero entrare attraverso la bocca. Tenendo presenti fatti del genere, non vedo ragione per dubitare che una deviazione accidentale — troppo piccola per essere percepita da noi — nelle dimensioni o nella forma del corpo, oppure nella curvatura e nella lunghezza della proboscide ecc., possa avvantaggiare un'ape o un altro insetto in modo che un individuo con queste caratteristiche sia capace di ottenere il cibo più rapidamente e dunque abbia una maggiore possibilità di vivere e lasciare discendenti. Questi erediterebbero probabilmente una tendenza a simili lievi deviazioni di struttura. A uno sguardo frettoloso i tubi delle corolle dei comuni trifogli rosso e incarnato (*Trifolium pratense* e *incarnatum*) non sembrano avere lunghezze diverse, eppure l'ape domestica può succhiare facilmente il nettare dal trifoglio incarnato, ma non dal comune trifoglio rosso, che viene visitato soltanto dai bombi; cosicché interi campi di trifoglio rosso offrono invano un abbondante rifornimento di prezioso nettare all'ape domestica. Sarebbe dunque di grande vantaggio per l'ape domestica possedere una proboscide leggermente più lunga o costruita diversamente. D'altra parte, ho sperimentato che la fecondità del trifoglio dipende in larga misura dalle api che visitano e muovono parti della corolla, così da spingere il polline sulla superficie stigmatica. D'altro canto, se i bombi diventassero rari in un certo paese, per il trifoglio rosso sarebbe un grande vantaggio avere nella sua corolla un tubo più corto, oppure diviso più profondamente, in modo da permettere all'ape domestica di visitarne i fiori. Riesco a comprendere così come un fiore e un'ape possano, in modo simultaneo o uno dopo l'altro, modificarsi e adattarsi lentamente l'uno all'altro nel modo più perfetto, mediante la conservazione prolungata di individui che presentano piccole deviazioni di struttura reciprocamente favorevoli.

Sono ben consapevole che questa dottrina della selezione naturale, così com'è stata illustrata negli esempi immaginari, è esposta alle stesse obiezioni che furono sollevate all'inizio contro le nobili concezioni proposte da Sir Charles Lyell a proposito dei «moderni cambiamenti della terra che spiegano i fenomeni geologici». Tuttavia molto raramente si sente dire, per esempio, che l'azione delle onde costiere è una causa trascurabile o insignificante dell'erosione di valli gigantesche o della formazione delle più lunghe catene di rupi dell'entroterra. La selezione naturale può agire soltanto mediante la conservazione e l'accumulazione di modificazioni ereditate

infinitamente piccole, ognuna vantaggiosa per l'essere che viene conservato; e come la moderna geologia ha quasi bandito del tutto teorie come quelle che volevano che una grande valle potesse essere scavata da una sola ondata diluviale, così la selezione naturale, se è vero il principio su cui si basa, bandirà la credenza nella creazione continua di nuovi esseri organici o in qualsiasi grande e improvvisa modificazione della loro struttura.

Sull'incrocio tra individui — Devo fare qui una breve digressione. Nel caso di animali e piante con i sessi separati è ovvio che due individui devono sempre accoppiarsi per riprodursi, ma nel caso degli ermafroditi questo non è affatto ovvio. Ciononostante sono fortemente incline a ritenere che in tutti gli ermafroditi due individui, occasionalmente o abitualmente, si uniscano per la riproduzione della loro specie. Questa nozione fu suggerita per la prima volta da andrew knight. Vedremo ora quanto sia importante, benché in questa sede mi trovi costretto a trattare l'argomento molto brevemente, pur disponendo di argomenti sufficienti per un'ampia discussione. Tutti i vertebrati, tutti gli insetti e alcuni altri grandi gruppi di animali si accoppiano per ogni nuova nascita. La ricerca moderna ha ridotto notevolmente il numero dei presunti ermafroditi e ha dimostrato che un vasto numero dei veri ermafroditi si accoppia, cioè che due individui si uniscono regolarmente per la riproduzione, e questo è quanto ci interessa. Tuttavia, vi sono certamente molti animali ermafroditi che non si accoppiano abitualmente e un'ampia maggioranza di piante che sono ermafrodite. Che ragione abbiamo, ci si potrebbe chiedere, per supporre che anche in questi casi sia necessario che due individui concorrano insieme alla riproduzione? poiché è impossibile in questa sede entrare nei dettagli, devo limitarmi a qualche considerazione generale.

In primo luogo, ho raccolto una grande quantità di fatti che mostrano come, in accordo con una convinzione condivisa quasi universalmente dagli allevatori, nel caso di animali e piante un incrocio tra varietà diverse, o tra individui della stessa varietà ma di diverso ceppo, conferisce vigore e fecondità alla prole, mentre un accoppiamento fra stretti consanguinei riduce il vigore e la fecondità. Questi soli fatti mi portano a ritenere che ci sia una legge generale della natura (per quanto siamo ignoranti a proposito del suo significato) per cui nessun essere organico, per un'infinità di generazioni, si feconda da sé, ma al contrario un incrocio con un altro individuo, magari a lunghi intervalli di tempo, è occasionalmente indispensabile.

Se ammettiamo che questa è una legge della natura, possiamo

comprendere alcune tipologie di fatti come i seguenti, che da qualunque altro punto di vista risultano inspiegabili. Ogni ibridatore sa quanto è svantaggiosa per la fecondazione di un fiore l'esposizione all'umidità, eppure quanti **fiori** hanno le antere e gli stimmi interamente esposti alle condizioni climatiche! Se tuttavia un incrocio occasionale è indispensabile, quel tipo di esposizione ha una ragione: offre la massima libertà di accesso al polline da parte di un altro individuo, tanto più se si considera che le antere e i pistilli di una pianta generalmente si trovano così vicini tra loro che l'autofecondazione sembra quasi inevitabile. Molti fiori, d'altra parte, hanno gli organi della fruttificazione ben chiusi, come nelle grandi papilionacee o nella famiglia del pisello. Ma in molti, e forse in tutti, i fiori di questo tipo c'è un adattamento assai curioso fra la struttura del fiore e il modo in cui le api succhiano il nettare, per cui, mentre succhiano dal fiore, esse premono il polline sullo stigma, oppure portano il polline da un altro fiore. Le visite delle api ai fiori delle papilionacee sono tanto necessarie che, in alcuni esperimenti pubblicati altrove, ho dimostrato che se si impediscono tali visite, la fecondità delle piante diminuisce notevolmente. Ora, è praticamente impossibile che le api volino di fiore in fiore senza portare del polline da un fiore all'altro, così recando, a mio avviso, grande beneficio alla pianta. Le api agiranno come un pennello di peli di cammello: basta infatti toccare le antere di un fiore e poi lo stigma di un altro con lo stesso pennello per assicurare la fecondazione; ma non si deve supporre che in questo modo le api producano una quantità di ibridi tra specie distinte, perché se si porta sullo stesso pennello il polline della pianta e quello di un'altra specie, il primo avrà un effetto così preponderante sull'altro che, come ha mostrato Gärtner, ne distruggerà qualsiasi influenza.

Quando gli stami di un fiore scattano improvvisamente verso il pistillo, o si muovono lentamente uno dopo l'altro verso di esso, questo processo sembra adatto solamente ad assicurare l'autofecondazione e senza dubbio è utile a questo scopo: tuttavia l'azione degli insetti è spesso richiesta perché gli stami scattino in avanti, come ha mostrato **Kölreuter** nel caso del **crespino**. Curiosamente in questo genere, che sembra avere uno speciale congegno per l'autofecondazione, si sa che se si piantano una vicino all'altra forme o varietà strettamente affini, è molto difficile allevare pianticelle pure, tanto è frequente il loro naturale incrociarsi. In molti altri casi l'autofecondazione è ben lontana dall'essere favorita; ci sono dei congegni speciali, come potrei mostrare attraverso gli scritti di C.C. **Sprengel** e le mie osservazioni, in grado di impedire efficacemente che lo stigma riceva il polline del suo stesso fiore. Nella **Lobelia fulgens**, per esempio, c'è uno splendido ed elaborato congegno

per cui ognuno degli infiniti granelli di polline viene espulso dalle antere congiunte di ogni fiore prima che gli stimmi di quel fiore siano pronti a riceverli; e poiché questo fiore non viene mai visitato dagli insetti — almeno non nel mio giardino — non produce mai seme, anche se ponendo il polline di un fiore sullo stigma di un altro ho coltivato una gran quantità di pianticelle e anche se un'altra specie di *Lobelia*, cresciuta vicino alla prima e visitata dagli insetti, produce semi liberamente. In molti altri casi, benché non vi sia alcun congegno meccanico speciale per impedire allo stigma di un fiore di ricevere il suo stesso polline, tuttavia, come ha mostrato C. C. Sprengel e come posso confermare io stesso, o le antere scoppiano prima che lo stigma sia pronto per la fecondazione, oppure lo stigma è pronto prima che sia pronto il polline di quel fiore, cosicché di fatto queste piante hanno i sessi separati e devono abitualmente essere incrociate. Quanto sono strani questi fatti! Com'è strano che il polline e la superficie stigmatica dello stesso fiore, benché collocati così vicini proprio al fine dell'autofecondazione, risultino in tanti casi reciprocamente inutili! Com'è semplice spiegare questi fatti se adottiamo la teoria per cui un incrocio occasionale tra individui distinti è vantaggioso o indispensabile!

Se si permette a numerose varietà di [cavolo](#), ravanello, cipolla e alcune altre piante di crescere l'una vicino all'altra, una grande maggioranza delle pianticelle che si svilupperanno saranno, come ho riscontrato, degli ibridi. Per esempio, ho coltivato 233 pianticelle di cavolo partendo da alcune piante di varietà diverse che crescevano una vicina all'altra, di queste soltanto 78 erano conformi alla loro varietà e anche alcune di esse non lo erano perfettamente. Eppure il pistillo di ogni fiore di cavolo non è solo circondato dai suoi sei stami, ma da quelli di molti altri fiori che si trovano sulla stessa pianta. Come accade dunque che un numero così alto di pianticelle sia imbastardito? Sospetto che ciò derivi dal fatto che il polline di una *varietà* distinta ha un effetto predominante sul polline dello stesso fiore, e che ciò rientri nella legge generale per cui l'incrocio tra individui distinti della stessa specie ha conseguenze positive. Quando *specie* distinte vengono incrociate accade esattamente il contrario, perché il polline della stessa pianta è sempre predominante sul polline di un'altra. Ma su questo argomento torneremo in un prossimo capitolo.

Nel caso di un albero gigantesco coperto da un numero enorme di fiori si può obiettare che raramente il polline può essere portato da un albero all'altro, ma tutt'al più soltanto da un fiore all'altro dello stesso albero, e che i fiori di uno stesso albero possono essere considerati individui distinti solo in un senso limitato. Credo che questa obiezione sia valida, ma che la natura abbia provveduto abbondantemente a

risolvere il problema, conferendo agli alberi una forte tendenza a produrre fiori con i sessi separati. Quando i sessi sono separati, anche se fiori maschili e femminili possono crescere sullo stesso albero, possiamo vedere che il polline deve essere trasportato regolarmente di fiore in fiore. Questo aumenterà la possibilità che il polline sia trasportato occasionalmente da un albero all'altro. Quello che osservo in questo paese è che gli alberi di tutti gli ordini hanno i sessi separati più frequentemente rispetto ad altre piante; su mia richiesta il dottor [Hooker](#) ha catalogato gli alberi della Nuova Zelanda e il dottor [Asa Gray](#) quelli degli Stati Uniti, con il risultato che avevo previsto. Il dottor Hooker, d'altra parte, mi ha informato recentemente che la regola non vale per l'Australia. In ogni caso, ho fatto queste osservazioni sui sessi degli alberi semplicemente per richiamare l'attenzione sull'argomento.

Consideriamo ora molto rapidamente gli animali: esistono alcuni ermafroditi terrestri, come i molluschi terrestri e i lombrichi, ma tutti si accoppiano. Finora non ho trovato un solo caso di un animale terrestre che si feconda da solo. Questo fatto notevole, che si pone in netto contrasto con quanto osservato per le piante terrestri, si spiega con l'idea per cui un incrocio occasionale è indispensabile, considerando l'ambiente in cui gli animali terrestri vivono e data la natura dell'elemento fecondante, perché non conosciamo alcuno strumento analogo all'azione degli insetti e del vento sulle piante, grazie al quale si possa realizzare un incrocio occasionale negli animali terrestri senza il concorso di due individui. Tra gli animali acquatici ci sono molti ermafroditi che si fecondano da soli, ma in questo caso le correnti dell'acqua offrono un ovvio strumento per un incrocio occasionale. E, come per i fiori, non sono ancora riuscito, dopo essermi consultato con una delle maggiori autorità in materia, il professor Huxley, a scoprire un solo caso di animale ermafrodito i cui organi riproduttivi siano così perfettamente chiusi dentro il corpo da rendere fisicamente impossibile l'accesso dall'esterno e l'influenza occasionale di un altro individuo. A lungo mi è sembrato che i [cirripedi](#) presentassero un caso molto difficile da questo punto di vista, ma grazie a una circostanza fortunata ho potuto provare in altra sede che due [individui](#), pure entrambi [ermafroditi](#) e che si autofecondano, qualche volta si incrociano.

Deve aver colpito la maggior parte dei naturalisti come una strana anomalia il fatto che, tanto nel caso degli animali quanto in quello delle piante, alcune specie della stessa famiglia e anche dello stesso genere, pur somigliandosi parecchio in quasi ogni aspetto della loro organizzazione, spesso si dividono tra ermafrodite e unisessuali. Ma se di fatto tutti gli ermafroditi si incrociano occasionalmente con altri individui, la differenza tra specie ermafrodite e unisessuali, per quanto

riguarda la funzione, diventa molto piccola.

Da queste diverse considerazioni e da numerosi fatti particolari, che ho raccolto ma che non ho qui modo di riferire, sono portato a sospettare fortemente che, tanto nel regno vegetale quanto nel regno animale, l'incrocio occasionale con un individuo distinto sia una legge di natura. Sono ben consapevole che, se adottiamo questo punto di vista, si presentano molti casi difficili, alcuni dei quali sto cercando di investigare. Per concludere, dunque, possiamo affermare che in molti esseri organici un incrocio tra due individui è un'ovvia necessità per riprodursi, e anche se in molti altri casi l'incrocio si verifica soltanto a lunghi intervalli, in nessun caso l'autofecondazione può proseguire perpetuamente.

Circostanze favorevoli alla selezione naturale — Questo è un argomento estremamente intricato. Una quantità abbondante di variazione ereditabile costituisce un elemento favorevole al funzionamento della selezione, ma credo che le semplici differenze individuali siano sufficienti. Un numero elevato di individui, offrendo migliori opportunità per la comparsa di variazioni vantaggiose entro un certo periodo di tempo, compensa la minore quantità di variabilità possibile nel singolo individuo ed è, a mio avviso, un importantissimo elemento di successo. Anche se la natura concede lunghi periodi di tempo per l'azione della selezione naturale, essa non concede un tempo indefinito, perché mentre tutti gli esseri organici si sforzano, per così dire, di occupare ogni posto esistente all'interno dell'economia stabilita dalla natura, se una certa specie non viene modificata e migliorata in misura corrispondente rispetto ai suoi competitori, sarà presto sterminata.

Nella pratica metodica effettuata dall'uomo, un allevatore applica una selezione in funzione di un obiettivo definito, e un libero incrocio finisce per vanificare interamente il suo lavoro. Ma quando molti uomini, senza avere ancora l'intenzione di modificare la razza, condividono però uno standard di perfezione praticamente comune e cercano tutti di assicurarsi e far riprodurre gli animali migliori, ne deriva un processo inconsapevole di selezione che produce certamente, ma con lentezza, un notevole grado di miglioramento e modificazione, nonostante una grande quantità di incroci con animali inferiori. Così sarà in natura, perché in un'area delimitata, con alcuni posti nel suo ordinamento non occupati quanto potrebbero, la selezione naturale tenderà sempre a conservare tutti gli individui che variano nella direzione più adatta, seppure in misura diversa, a riempire i posti non occupati. Ma se l'area è vasta, le sue diverse parti presenteranno quasi certamente condizioni di vita differenti, e se in

esse la selezione naturale sta modificando e migliorando una specie, nelle zone di confine ci saranno incroci con altri individui della stessa specie. In questo caso gli effetti dell'incrocio difficilmente potranno essere controbilanciati dalla selezione naturale, che tende sempre a modificare tutti gli individui in ogni località nella stessa identica maniera rispetto alle condizioni di ognuna. Questo poiché, in un'area continua, le condizioni generalmente variano per gradi impercettibili da una località all'altra. L'incrocio avrà effetti più marcati sugli animali che si accoppiano per ogni nuova nascita, che si spostano molto e non si riproducono molto velocemente. Pertanto in questo tipo di animali, per esempio negli uccelli, le varietà saranno generalmente confinate in località separate, e credo che la realtà sia proprio questa. Negli organismi [ermafroditi](#) che si incrociano solo occasionalmente, così come negli animali che si accoppiano per ogni nuova nascita ma si spostano poco e possono riprodursi molto rapidamente, una varietà nuova e perfezionata potrà formarsi velocemente in una qualsiasi località e potrà costituirsi in un gruppo. Così gli incroci che si verificheranno saranno perlopiù tra individui della stessa nuova varietà. Una varietà locale così formatasi potrà poi diffondersi lentamente in altre località. Sulla base di questo principio i vivaisti preferiscono sempre i semi ottenuti da una grande quantità di piante della stessa varietà, poiché questo riduce la possibilità di incrocio con altre varietà.

Anche nel caso di animali che si riproducono lentamente e che si accoppiano per ogni nuova nascita, non dobbiamo sovrastimare l'effetto degli incroci nel ritardare la selezione naturale; posso infatti citare una lunga lista di fatti che mostrano come nella stessa area le varietà dello stesso animale possono restare a lungo separate, perché frequentano luoghi diversi, si riproducono in stagioni appena diverse, o perché le varietà dello stesso tipo preferiscono accoppiarsi fra loro.

L'incrocio svolge un ruolo molto importante in natura nel mantenere genuini e uniformi i caratteri degli individui della stessa specie o della stessa varietà. Agirà ovviamente in modo molto più efficace nel caso degli animali che si uniscono per ogni nuova nascita, ma ho già cercato di mostrare che abbiamo ragione di credere che incroci occasionali si verificano in tutti gli animali e in tutte le piante. Anche se questi incroci si verificano solo a lunghi intervalli, sono convinto che i piccoli generati in questo modo guadagneranno tanto in vigore e fecondità rispetto alla prole derivante da una protratta autofecondazione e che avranno migliori opportunità di sopravvivere e propagare il loro tipo; e così, nel lungo periodo, l'influenza degli incroci sarà notevole, anche se la frequenza con cui si verificano è bassa. Tra esseri organici che non si incrociano mai l'uniformità dei caratteri può essere mantenuta, fino a quando le condizioni di vita

rimangono le stesse, soltanto attraverso il principio dell'eredità, poiché la selezione naturale fa sì che venga eliminato qualunque essere che si allontani dal tipo appropriato. Ma se le loro condizioni di vita cambiano e gli esseri sono soggetti a modificazione, la prole potrà conservare i caratteri dei genitori solo perché la selezione naturale fa sì che si mantengano le variazioni favorevoli.

Anche l'isolamento è un elemento importante nel processo di selezione naturale. In un'area delimitata o isolata, che non sia troppo vasta, le condizioni organiche e inorganiche di vita saranno in genere altamente uniformi. Così la selezione naturale tenderà a modificare nello stesso modo tutti gli individui di una specie che varia in tutta l'area alle medesime condizioni. Anche gli incroci con gli individui della stessa specie, che si trovano nelle regioni circostanti con caratteristiche diverse, saranno esclusi. Ma l'isolamento agisce probabilmente con più efficacia nel tenere sotto controllo l'immigrazione di organismi meglio adattati, a seguito di un qualsiasi cambiamento nel clima o nell'altitudine ecc. E così nuovi posti nell'economia naturale della regione sono lasciati aperti alla competizione tra gli abitanti autoctoni, che vi si adattano attraverso modificazioni di struttura e di costituzione. L'isolamento infine, se si controlla l'immigrazione e dunque la competizione, assicurerà il tempo necessario perché una qualsiasi nuova varietà sia lentamente migliorata, e questo può essere importante per la produzione di nuove specie. Se tuttavia un'area isolata è molto piccola, perché è circondata da barriere o perché presenta condizioni fisiche molto particolari, il numero totale degli individui che può sostenere sarà necessariamente molto basso e la scarsità di individui ritarderà notevolmente la produzione di nuove specie mediante la selezione naturale, diminuendo la possibilità che appaiano variazioni favorevoli.

Se osserviamo la natura, per verificare la veridicità di queste osservazioni, e prendiamo in considerazione una qualsiasi piccola area isolata, come un'isola dell'oceano, anche se il numero complessivo delle specie che la abitano risulterà piccolo (come vedremo nel capitolo sulla distribuzione geografica), tuttavia constateremo che una larga porzione di queste specie sono endemiche, cioè sono state prodotte in quel luogo e non si trovano da nessun'altra parte. Dunque un'isola dell'oceano sembra a prima vista particolarmente favorevole alla produzione di nuove specie. Ma questa considerazione rischia di trarre in inganno, perché per accertare se una piccola area isolata sia stata più favorevole alla produzione di nuove forme organiche rispetto a una grande area aperta, come un continente, dovremmo stabilire un confronto a parità di tempo, cosa che non siamo in grado di fare.

Anche se sono certo che l'isolamento abbia notevole importanza

nella produzione di nuove specie, tutto sommato sono portato a credere che sia più importante la grandezza dell'area, soprattutto nella produzione di specie capaci di durare per un lungo periodo di tempo e di diffondersi su vasta scala. In un'area grande e aperta non solo c'è una maggiore possibilità di variazioni favorevoli, derivante dal gran numero di individui della stessa specie che l'area accoglie, ma anche le condizioni di vita sono enormemente complesse, a causa del gran numero di specie che la abitano; e se qualcuna delle tante specie viene modificata e migliorata, altre dovranno migliorare in misura corrispondente, altrimenti saranno sterminate. Ogni nuova forma, inoltre, non appena perfezionata, sarà in grado di diffondersi in un'area aperta e continua e così entrerà in competizione con molte altre. In un'area grande, piuttosto che in un'area piccola e isolata, creerà dunque un gran numero di nuovi posti e la competizione per occuparli sarà più severa. Sebbene si presentino ora come continue, le grandi aree, in molti casi, fino a tempi recenti erano probabilmente suddivise in più parti, a causa di variazioni di livello, cosicché, fino a un certo punto i buoni effetti dell'isolamento hanno potuto esercitare la loro azione. Infine concludo che, sebbene le piccole aree isolate si siano mostrate per qualche aspetto favorevoli alla produzione di nuove specie, nelle grandi aree il corso della modificazione è stato tuttavia generalmente più rapido e, cosa più importante, le nuove forme qui prodotte, che già sono risultate vittoriose su molti competitori, si diffonderanno più ampiamente, daranno luogo a un gran numero di varietà e specie nuove, e dunque svolgeranno una parte importante nel cambiare la storia del mondo organico.

Sulla base di queste considerazioni possiamo forse comprendere alcuni fatti, cui alluderemo nuovamente nel capitolo sulla distribuzione geografica. Per esempio le produzioni del continente australiano, più piccolo rispetto a quelle di altri continenti, un tempo hanno ceduto il passo e apparentemente continuano a cederlo di fronte alle produzioni della più grande area euroasiatica. Allo stesso modo, anche le produzioni continentali si sono ovunque naturalizzate e abbondantemente sviluppate nelle isole. In una piccola isola la gara per la vita sarà stata meno dura e dunque ci saranno stati meno casi di modificazioni e di sterminio. Così forse si spiega perché la flora di [Madera](#), secondo Oswald [Heer](#), somiglia alla flora estinta del terziario in Europa. Tutti i bacini d'acqua dolce presi insieme formano una piccola area a confronto con quella occupata dal mare e dai continenti; di conseguenza la competizione fra le produzioni d'acqua dolce sarà stata meno dura che altrove, le nuove forme si saranno sviluppate più lentamente e le vecchie saranno state sterminate altrettanto lentamente. E infatti nell'acqua dolce troviamo sette generi di pesci ganoidi, resti di un ordine un tempo dominante, e alcune delle

forme più anomale oggi conosciute al mondo, come l'[ornitorinco](#) e il [Lepidosiren](#) che, come fossili, collegano in qualche misura ordini ora ben separati nella scala naturale. Queste forme anomale possono essere considerate quasi fossili viventi: hanno resistito fino a oggi perché hanno abitato aree delimitate e sono state quindi esposte a una competizione meno severa.

Riassumiamo le circostanze favorevoli e sfavorevoli alla selezione naturale, per quanto lo consente l'estrema complessità dell'argomento. Guardando al futuro concludo che, per le produzioni terrestri, una vasta area continentale, soggetta probabilmente a molte variazioni di livello e per lunghi periodi divisa in diverse parti, è probabilmente la più favorevole alla produzione di molte nuove forme di vita, che potranno durare a lungo e diffondersi ampiamente. L'area, esistita dapprima come un continente, avrà avuto in quel periodo abitanti numerosi in termini di individui e generi, sottoposti a una competizione molto severa. Una volta trasformatasi questa, per abbassamento della crosta terrestre, in grandi isole separate, si saranno trovati ancora molti individui della stessa specie su ogni isola. L'incrocio ai margini di diffusione di ogni specie sarà stato così tenuto sotto controllo; dopo cambiamenti fisici di qualsiasi tipo, l'immigrazione sarà stata impedita, così che nuovi posti nell'ordinamento di ogni isola avranno dovuto essere riempiti da abitanti originari modificati e le varietà di ognuna avranno avuto tempo di modificarsi al meglio e perfezionarsi. Quando, con un nuovo sollevamento del terreno, le isole saranno tornate a essere ancora un'area continentale, si reinstaurerà una competizione severa, le varietà più favorite o migliorate potranno diffondersi, molte forme meno perfezionate si estingueranno e le proporzioni numeriche dei diversi abitanti del rinnovato continente cambieranno di nuovo, e di nuovo la selezione naturale avrà modo di migliorare ulteriormente gli abitanti, producendo nuove specie.

Ammetto senz'altro che la selezione naturale agisce sempre con estrema lentezza. La sua azione dipende dalla disponibilità di posti, nell'ordinamento della natura, che possono essere meglio occupati da alcuni abitanti del paese soggetti a una qualche modificazione. L'esistenza di questi posti dipenderà spesso da cambiamenti fisici che sono in genere molto lenti, e dal fatto che l'immigrazione di forme meglio adattate è controllata. Ma ancora più spesso l'azione della selezione naturale dipenderà dal fatto che alcuni abitanti si sono lentamente modificati, alterando le relazioni reciproche di molti altri. Niente può succedere se non si verificano delle variazioni favorevoli, e sembra comunque che lo stesso processo di variazione sia sempre molto lento e spesso grandemente ritardato dal libero incrocio. Molti sosterranno che tali condizioni sono ampiamente sufficienti a fermare

del tutto l'azione della selezione naturale. Non ne sono convinto. D'altra parte penso che la selezione naturale agisca sempre molto lentamente, spesso soltanto a lunghi intervalli di tempo e generalmente solo su pochi abitanti della stessa regione nel medesimo periodo. Credo inoltre che questa azione assai lenta e intermittente si accordi perfettamente con quanto la geologia ci dice a proposito del ritmo e dei modi con cui gli abitanti di questo mondo sono cambiati.

Per quanto lento sia il processo della selezione naturale, se l'uomo con le sue deboli forze può fare tanto con i poteri conferitigli dalla selezione artificiale, non vedo alcun limite alla quantità di cambiamento, alla bellezza e alla infinita complessità degli adattamenti reciproci di tutti gli esseri organici e di quelli alle condizioni fisiche di vita, che possono essere realizzati nel lungo corso del tempo grazie alla selezione della natura.

Estinzione — Questo argomento sarà discusso più ampiamente nel capitolo sulla geologia, ma dobbiamo menzionarlo qui perché è collegato intimamente alla selezione naturale. La selezione naturale agisce soltanto tramite la conservazione di variazioni in qualche modo vantaggiose e che dunque resistono nel tempo. Ma poiché, per l'aumento in progressione geometrica di tutti gli esseri organici, ogni area è già completamente satura di abitanti, ne consegue che, appena ogni forma selezionata e favorita cresce di numero, le forme meno favorite diminuiscono fino a diventare rare. Come ci insegna la geologia, la rarità prelude all'estinzione. Possiamo vedere inoltre che qualsiasi forma rappresentata da pochi individui, durante le fluttuazioni stagionali o in quelle del numero dei suoi nemici, avrà buone probabilità di estinguersi completamente. Ma possiamo spingerci oltre perché, come nuove forme vengono prodotte continuamente e lentamente, così un certo numero inevitabilmente deve estinguersi, a meno di ammettere che il numero delle forme specifiche possa aumentare per sempre e quasi indefinitamente. La geologia ci mostra con chiarezza che il numero delle forme specifiche non è aumentato indefinitamente. E, in effetti, ne comprendiamo la ragione: il numero dei posti nell'ordinamento della natura non è infinitamente grande, anche se non abbiamo alcun mezzo per sapere se una certa regione abbia raggiunto il numero massimo di specie. Probabilmente nessuna regione accoglie specie al massimo delle sue possibilità, perché al [capo di buona speranza](#), dove coesistono più specie di piante che in ogni altra parte del mondo, alcune piante forestiere si sono naturalizzate senza causare, per quanto ne sappiamo, l'estinzione di alcuna varietà indigena.

Inoltre, le specie che possiedono più individui avranno le maggiori

possibilità di produrre, in un periodo di tempo dato, delle variazioni favorevoli. Ne abbiamo avuto prova in alcuni dati riportati nel secondo capitolo, che mostrano che le specie comuni possiedono il maggior numero di varietà riconosciute o specie incipienti. Le specie rare, dunque, saranno modificate o migliorate meno velocemente in un periodo dato e saranno battute nella gara per la vita dai discendenti modificati delle specie più comuni.

A mio avviso, da queste diverse considerazioni segue inevitabilmente che, come nuove specie si formeranno per selezione naturale nel corso del tempo, altre diventeranno sempre più rare e infine si estingueranno. Soffriranno naturalmente di più le forme che si trovano in competizione più stretta con quelle soggette a modificazione e miglioramento. E, nel capitolo sulla lotta per l'esistenza, abbiamo visto che sono le forme più strettamente affini — varietà della stessa specie e specie dello stesso genere o di generi collegati — che, avendo quasi la stessa struttura, costituzione e abitudini, generalmente sviluppano la competizione più aspra tra loro. Di conseguenza ogni nuova varietà o specie, nel processo della sua formazione, in generale eserciterà una pressione maggiore sulle forme simili più vicine e tenderà a sterminarle. Osserviamo lo stesso processo di sterminio tra le nostre produzioni domestiche, attraverso la selezione di forme migliorate da parte dell'uomo. Si potrebbero fornire molti esempi curiosi per mostrare con quanta rapidità nuove razze di bestiame bovino, ovino e di altri animali e varietà di piante prendono il posto di razze più antiche e inferiori. Nello Yorkshire si sa storicamente che l'antico bestiame di colore nero fu soppiantato da quello a corna lunghe e che quest'ultimo «fu spazzato via da quello a corna corte» (cito le parole di uno scrittore che si occupava di agricoltura) «come da una pestilenza assassina».

Divergenza dei caratteri — Il principio che ho designato con questa espressione è di grande rilevanza per la mia teoria e spiega, credo, diversi fatti importanti. In primo luogo le varietà, anche quelle ben marcate, benché abbiano in qualche modo carattere di specie — come è mostrato dai numerosi dubbi su come classificarle — differiscono comunque tra loro meno delle specie genuine e distinte. Nondimeno, a mio modo di vedere, le varietà sono specie in corso di formazione o, come le ho chiamate, specie incipienti. Dunque, come accade che la differenza più piccola tra varietà aumenta fino a diventare la differenza più grande tra specie? che ciò avvenga regolarmente dobbiamo dedurlo dalla grande maggioranza delle innumerevoli specie, che in natura presentano differenze ben marcate, mentre le varietà, supposti prototipi e progenitori delle future specie, presentano

differenze piccole e mal definite. Il puro caso, come potremmo chiamarlo, potrà far sì che una varietà differisca in qualche carattere dai suoi genitori, e che la prole di questa varietà differisca di nuovo dai genitori per lo stesso carattere in un grado maggiore; ma ciò di per sé non spiegherà mai una differenza così frequente e profonda come quella che c'è tra le varietà della stessa specie e tra le specie dello stesso genere.

Com'è mia abitudine, cercherò di far luce su questa faccenda prendendo in esame le nostre produzioni domestiche. Qui troveremo qualcosa di analogo. Un appassionato è colpito da un colombo che ha un becco leggermente più corto; un altro appassionato è colpito da uno che ce l'ha leggermente più lungo e, sulla base del principio riconosciuto per cui «gli appassionati non ammirano e non ammireranno mai uno standard medio, mentre amano gli estremi», entrambi continueranno a scegliere e riprodurre (come è avvenuto in effetti con il colombo capitombolante) uccelli con i becchi sempre più lunghi oppure sempre più corti. Possiamo supporre, ancora, che un tempo qualcuno preferisse i cavalli più veloci e qualcun altro quelli più forti e corpulenti. Le differenze iniziali erano molto lievi, ma nel corso del tempo, protraendosi la selezione dei cavalli più veloci da parte di alcuni allevatori e dei più forti da parte di altri, le differenze sarebbero diventate più grandi e si sarebbero notate due sottorazze; infine, col passare dei secoli, le sottorazze si sarebbero trasformate in razze ben stabilite e distinte. Con il lento aumentare delle differenze, gli animali inferiori con caratteristiche intermedie, che non erano né molto veloci né molto forti, saranno stati trascurati e tendenzialmente saranno spariti. Vediamo dunque in azione nelle produzioni dell'uomo quello che possiamo chiamare il principio di divergenza, che fa sì che le differenze dapprima appena percepibili aumentino regolarmente e le razze divergano, nel carattere, sia tra loro che rispetto al progenitore comune.

Ma, ci si può chiedere, come può un principio del genere valere in natura? Credo che esso valga, e nel modo più efficace, per la semplice circostanza che più i discendenti di una specie si differenziano per struttura, costituzione e abitudini, più saranno in grado di occupare posti numerosi e ben diversificati nell'ordinamento della natura, e potranno così aumentare di numero.

Possiamo vederlo chiaramente nel caso di animali con abitudini semplici. Si prenda un quadrupede carnivoro: il numero di individui che possono vivere in un certo paese ha raggiunto da tempo, in media, il massimo. Se il suo potere naturale d'[incremento](#) fosse libero di agire, il quadrupede riuscirebbe ad aumentare (sempre che le condizioni del paese non siano soggette a cambiamenti) solo se i suoi

discendenti modificati conquistassero spazi in quel momento occupati da altri animali: per esempio se alcuni di essi riuscissero a nutrirsi di nuovi tipi di prede, morte o vive; altri occupassero nuovi siti, si arrampicassero sugli alberi, si avvicinassero alle acque; altri ancora, magari, diventassero meno carnivori. Quanto più i discendenti del nostro animale carnivoro diventano diversificati per abitudini e struttura, tanti più posti saranno in grado di occupare. Quel che vale per un animale varrà in ogni tempo per tutti gli animali, se variano; altrimenti la selezione naturale non potrebbe nulla. Lo stesso varrà anche per le piante. È stato dimostrato sperimentalmente che se un appezzamento di terreno viene seminato con una specie di erba e un altro appezzamento analogo con diversi generi di erba, si può far crescere nel secondo caso un numero maggiore di piante e ottenere una quantità maggiore di foraggio secco. Si è riscontrato che lo stesso vale se, su spazi uguali di terreno, si seminano prima una sola varietà e poi più varietà mescolate di [frumento](#). Dunque, se una certa [varietà di erba](#) continuasse a variare e se venissero selezionate con continuità le varietà che differiscono comunque tra loro, come differiscono le diverse specie e i generi di erbe, un numero maggiore di individui di questa varietà, compresi i suoi discendenti modificati, riuscirebbe a vivere nella stessa porzione di terreno. E sappiamo bene che ogni specie e ogni varietà di erba diffondono annualmente un numero enorme di semi e dunque, si potrebbe dire, si sforzano al massimo di aumentare di numero. Di conseguenza non dubito che, nel corso di molte migliaia di generazioni, le varietà più diversificate di una certa specie di erba avranno sempre la migliore opportunità di affermarsi e di aumentare di numero, soppiantando così le specie meno distinte; e le varietà, quando si saranno differenziate abbastanza l'una dall'altra, assumeranno il rango di specie.

La verità del principio per cui, con una grande diversificazione della struttura, si può sostenere una maggiore quantità di vita, può essere osservata in molte circostanze naturali. In un'area estremamente piccola, specialmente se aperta alla libera immigrazione e dove la contesa tra individuo e individuo deve essere dura, riscontriamo sempre una grande diversità tra gli abitanti. Per esempio, ho trovato che un pezzo di prato di tre piedi per quattro, esposto per molti anni alle stesse identiche condizioni, ospitava venti specie di piante appartenenti a diciotto generi e a otto ordini diversi, a dimostrazione di quanto le piante differissero l'una dall'altra. Lo stesso si osserva per le piante e gli insetti delle piccole isole di forma simile, e così nei piccoli stagni d'acqua dolce. Gli agricoltori sanno che possono ottenere la massima quantità di cibo con la rotazione di piante appartenenti agli ordini più diversi: la natura segue quella che potremmo chiamare una rotazione simultanea. La maggior parte degli

animali e delle piante che vivono nei pressi di qualche piccolo appezzamento di terreno (supponendo che questo non abbia delle caratteristiche peculiari) potrebbero vivere su di esso e, si può dire, fanno ogni sforzo per viverci; ma si è visto che quando entrano nella competizione più serrata tra loro, i vantaggi della diversificazione della struttura, con le relative differenze nelle abitudini e nella costituzione, fanno sì che gli abitanti che più stanno vicini appartengano, come regola generale, a quelli che noi chiamiamo generi e ordini differenti.

Lo stesso principio si osserva nella naturalizzazione delle piante in paesi stranieri a opera dell'uomo. Ci si potrebbe aspettare che le piante che riescono a naturalizzarsi in un certo terreno siano strettamente affini a quelle indigene, perché si ritiene comunemente che queste siano state create apposta e adattate al loro paese. Ci si potrebbe anche aspettare che le piante naturalizzate appartengano a pochi gruppi più adatti a certi siti nelle loro nuove dimore. Ma le cose stanno molto diversamente e Alphonse de Candolle ha notato nel suo grande e ammirevole lavoro che, in proporzione al numero dei generi e delle specie indigene, con il processo di naturalizzazione le flore acquisiscono molti più nuovi generi che nuove specie. Per fare un solo esempio: nell'ultima edizione del *Manuale della flora degli Stati Uniti settentrionali* il dottor Asa Gray elenca 260 piante naturalizzate, appartenenti a 162 generi. Vediamo dunque che queste piante naturalizzate sono di natura assai diversificata. Inoltre differiscono abbondantemente dalle piante indigene, perché ben 100 dei 162 generi non sono indigeni in quella regione e dunque, in proporzione, rappresentano una cospicua aggiunta ai generi di quegli Stati.

Considerando la natura delle piante o degli animali che hanno lottato con successo con le specie indigene di un qualsiasi paese e in quello si sono poi naturalizzate, possiamo farci un'idea sommaria del modo in cui alcune forme indigene avrebbero dovuto modificarsi per conquistare un vantaggio sulle altre forme indigene; possiamo così dedurre senz'altro che una diversificazione nella struttura, equivalente a nuove differenze a livello dei generi, sarebbe stata vantaggiosa per loro.

Il vantaggio della diversificazione tra gli abitanti della stessa regione è, in effetti, lo stesso della divisione fisiologica del lavoro negli organi di un corpo individuale: un argomento trattato con grande efficacia da Milne [Edwards](#). Nessun fisiologo dubita che uno stomaco adatto a digerire soltanto materie vegetali, oppure soltanto carne, ricavi il massimo nutrimento da queste sostanze. Così, nell'economia generale di qualsiasi regione, più gli animali e le piante sono differenziati per diverse abitudini di vita, maggiore sarà il

numero degli individui capaci di trovarvi sostentamento. Difficilmente un insieme di animali dall'organizzazione appena un poco diversificata potrà competere con un insieme nel quale le strutture sono più perfettamente diversificate. Si può dubitare, per esempio, che i [marsupiali australiani](#), divisi in gruppi che differiscono poco l'uno dall'altro e che, come hanno notato il signor [Waterhouse](#) e altri, equivalgono lontanamente ai nostri mammiferi carnivori, ruminanti e roditori, potrebbero competere con successo con questi ordini ben sviluppati. Nei mammiferi australiani vediamo il processo di diversificazione a uno stadio iniziale e incompleto.

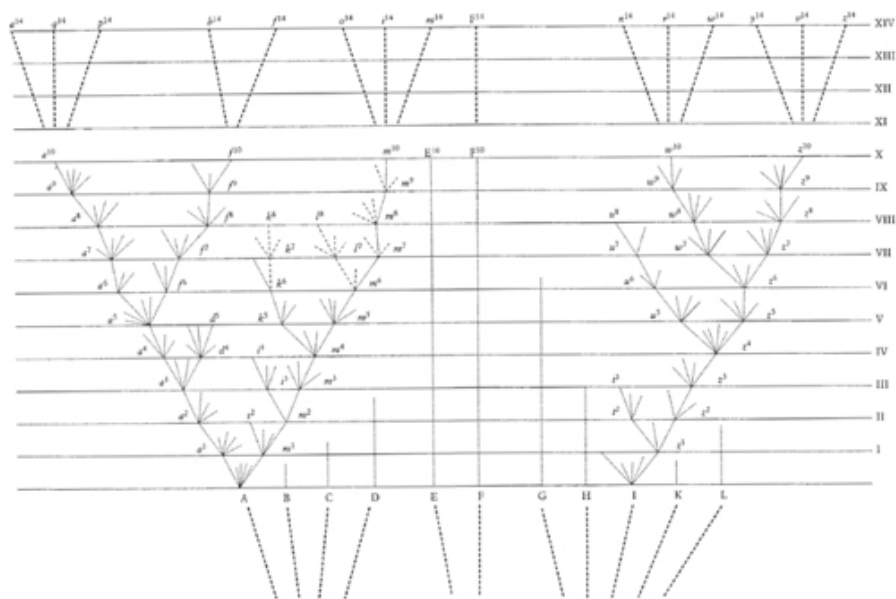
Dopo la precedente discussione, che avrebbe dovuto essere molto più ampia, possiamo ritenere che i discendenti modificati di una qualsiasi specie avranno tanto più successo quanto più diversificata diventerà la loro struttura, riuscendo così a invadere i posti occupati da altri esseri. Ora vediamo come tende ad agire questo principio del vantaggio derivante dalla [divergenza dei caratteri](#) combinato con i principi della selezione naturale e dell'estinzione.

Il diagramma alle pagine 130-131 ci aiuterà a capire questo argomento, che è fonte di perplessità. Supponiamo che le lettere da (A) a (L) rappresentino le specie di un genere numeroso nel suo paese. Si suppone che queste specie si somiglino tra loro in misura ineguale, come avviene tanto spesso in natura e com'è rappresentato nel diagramma dalle distanze diverse che separano le lettere. Ho detto un genere numeroso perché abbiamo visto nel secondo capitolo che, in media, le specie dei generi grandi variano più di quelle dei generi piccoli e le specie varianti dei generi grandi presentano un numero maggiore di varietà. Abbiamo anche visto che le specie più comuni e maggiormente diffuse variano più delle specie rare e limitate. Supponiamo che (A) sia una specie comune, largamente diffusa e soggetta a variazione, che appartiene a un genere grande nel suo paese. Il piccolo ventaglio di linee punteggiate di lunghezza diseguale che partono da (A) può rappresentare la sua discendenza soggetta a variazione. Si suppone che le variazioni siano estremamente piccole ma di natura molto diversa; che non appaiano simultaneamente, ma spesso dopo lunghi intervalli di tempo, e che non durino tutte per periodi uguali. Soltanto le variazioni in qualche misura vantaggiose saranno conservate o naturalmente selezionate. E qui entra in gioco il principio del vantaggio derivante dalla divergenza dei caratteri, il quale generalmente fa sì che le variazioni più diverse o divergenti (rappresentate dalle linee punteggiate esterne) saranno conservate e accumulate dalla selezione naturale. Quando una linea punteggiata raggiunge una delle linee orizzontali, in quel punto indicato da una

lettera minuscola numerata, si suppone che si sia accumulata una quantità di variazione sufficiente a formare una varietà abbastanza ben marcata, tanto che si riterrebbe opportuno catalogarla in un'opera di sistematica.

Gli intervalli tra le linee orizzontali del diagramma possono rappresentare ciascuno un migliaio di generazioni; ma sarebbe stato meglio se ogni intervallo avesse rappresentato diecimila generazioni. Dopo un migliaio di generazioni si suppone che la specie (A) abbia prodotto due varietà abbastanza ben marcate, cioè a_1 e m_1 . Queste varietà continueranno generalmente a essere esposte alle stesse condizioni che hanno reso variabili i loro progenitori e, siccome la tendenza alla variabilità è essa stessa ereditaria, tenderanno a variare quasi nello stesso modo in cui variavano i loro progenitori. Inoltre, poiché queste varietà sono forme modificate solo lievemente, tenderanno a ereditare i vantaggi che hanno reso il loro comune progenitore (A) più numeroso della maggior parte degli altri abitanti dello stesso paese; analogamente, condivideranno quei vantaggi più generali che hanno reso grande nel suo paese il genere cui appartenevano le specie progenitrici. E sappiamo che queste circostanze sono favorevoli alla produzione di nuove varietà.

Se, dunque, queste due varietà sono soggette a variazione, le più divergenti tra le loro variazioni saranno generalmente conservate nelle mille generazioni successive. Dopo questo intervallo si suppone, nel diagramma, che la varietà a_1 abbia prodotto la varietà a_2 che, in forza del principio di divergenza, differirà da (A) più di quanto differiva a_1 . La varietà m_1 si suppone che abbia prodotto due varietà, cioè m_2 e s_2 , differenti tra loro e ancor più differenti dal loro comune progenitore (A). Possiamo continuare questo processo mediante passaggi simili per qualsiasi intervallo di tempo; alcune varietà, dopo ogni migliaio di generazioni, produrranno solo una varietà, ma con caratteristiche sempre più modificate, mentre altre produrranno due o tre varietà e altre ancora nessuna. Così le varietà o i discendenti modificati derivanti dal comune progenitore (A) continueranno ad aumentare di numero e a divergere nei caratteri. Nel diagramma il processo è rappresentato per diecimila generazioni e, in forma abbreviata e semplificata, fino a quattordicimila generazioni.



Qui devo notare tuttavia che non ritengo che il processo prosegua sempre così regolarmente com'è rappresentato nel diagramma, che pure è stato reso un po' irregolare. Sono lontano dal credere che le varietà più divergenti prevarranno e si moltiplicheranno sempre: una forma intermedia spesso può resistere a lungo e può eventualmente produrre più di un discendente modificato, perché la selezione naturale agirà sempre secondo il tipo di posti che non sono occupati o lo sono solo imperfettamente da altri esseri; e ciò dipenderà da relazioni infinitamente complesse. Come regola generale, tuttavia, quanto più i discendenti di una qualsiasi specie risulteranno diversificati nella loro struttura, tanti più posti saranno in grado di occupare e tanto più aumenterà la loro discendenza modificata. Nel nostro diagramma la linea di successione è interrotta a intervalli regolari da lettere minuscole numerate, a indicare le forme successive che sono diventate sufficientemente distinte da essere registrate come varietà. Ma queste interruzioni sono immaginarie e avrebbero potuto essere introdotte ovunque, dopo intervalli abbastanza lunghi da consentire l'accumulazione di una considerevole quantità di variazione divergente.

Poiché tutti i discendenti modificati derivanti da una specie comune e molto diffusa, appartenente a un genere grande, tenderanno a

condividere gli stessi vantaggi che hanno garantito al progenitore il successo nella vita, essi continueranno generalmente a moltiplicarsi e a divergere nei caratteri: ciò è rappresentato nel diagramma dalle numerose diramazioni che procedono da (A). La prole modificata dei rami più recenti e altamente migliorati nella linea di discendenza, probabilmente, prenderà spesso il posto dei rami più antichi e meno migliorati, distruggendoli: nel diagramma ciò è rappresentato da alcuni rami inferiori che non raggiungono le linee orizzontali superiori. In alcuni casi senza dubbio il processo di modificazione sarà limitato a una sola linea di discendenza e il numero dei discendenti non aumenterà, anche se la quantità di modificazione divergente dovesse essere aumentata nelle generazioni successive. Ciò sarebbe rappresentato nel diagramma se tutte le linee che emanano da (A) fossero rimosse, eccetto quelle da a_1 ad a_{10} . In questo modo, per esempio, il cavallo da corsa inglese e il pointer inglese apparentemente hanno continuato a divergere lentamente nel carattere rispetto alle razze originarie, senza che nessuno dei due abbia generato rami o razze nuove.

Dopo diecimila generazioni si suppone che la specie (A) abbia prodotto tre forme, a_{10} , f_{10} e m_{10} che, essendo state soggette alla [divergenza dei caratteri](#) per tante generazioni, avranno raggiunto una notevole diversificazione, forse in misura ineguale, tanto fra loro che rispetto al progenitore comune. Se supponiamo che la quantità di cambiamento tra ogni linea orizzontale del nostro diagramma sia particolarmente piccola, queste tre forme possono essere ancora soltanto varietà ben marcate, o magari avere raggiunto la dubbia categoria di sottospecie; ma dobbiamo supporre che i passaggi nel processo di modificazione siano più numerosi o più marcati, per convertire queste tre forme in vere e proprie specie: così il diagramma illustra i passaggi mediante i quali le piccole differenze che distinguono le varietà aumentano fino a diventare le differenze più grandi che distinguono le specie. Continuando lo stesso processo per un numero maggiore di generazioni (com'è mostrato nel diagramma in forma abbreviata e semplificata) otteniamo otto specie, segnate con le lettere da a_{14} a m_{14} , tutte discendenti da (A). Così, io credo, si moltiplicano le specie e si formano i generi.

In un genere grande è probabile che più di una specie sia soggetta a variazione. Nel diagramma ho supposto che una seconda specie, (I), abbia prodotto con dei passaggi analoghi, dopo diecimila generazioni, o due varietà ben marcate (w_{10} e z_{10}) o due specie, a seconda della quantità di cambiamento che supponiamo sia rappresentata dall'intervallo tra due linee orizzontali. Dopo quattordicimila generazioni si suppone che siano state prodotte sei nuove specie, segnate con le lettere da n_{14} a z_{14} . In ogni genere le specie che sono

già molto diverse tenderanno a produrre il maggior numero di discendenti modificati, poiché questi ultimi avranno le maggiori possibilità di riempire posti nuovi e molto diversi nell'ordinamento della natura: perciò nel diagramma ho scelto la specie estrema (A) e quella quasi estrema (I) come le specie che sono variate maggiormente e hanno dato luogo a nuove varietà e specie. Le altre nove specie del nostro genere originario (segnate con lettere maiuscole) per un lungo periodo possono continuare ad avere discendenti non modificati, e ciò è mostrato nel diagramma dalle linee punteggiate che non si prolungano molto verso l'alto per mancanza di spazio.

Ma nel processo di modificazione rappresentato nel diagramma un altro dei nostri principi, vale a dire quello dell'estinzione, avrà svolto una parte importante. Poiché in ogni paese completamente popolato la selezione naturale agisce necessariamente per mezzo di forme selezionate che hanno qualche vantaggio sulle altre forme nella lotta per la [vita](#), ci sarà una tendenza costante nei discendenti migliorati di una qualsiasi specie a soppiantare e sterminare a ogni stadio della discendenza i loro predecessori e i progenitori originari. Si deve ricordare, infatti, che la competizione sarà generalmente più aspra tra le forme più strettamente collegate l'una all'altra per abitudini, costituzione e struttura. Perciò tutte le forme intermedie tra gli stadi precedenti e successivi, cioè tra lo stadio meno sviluppato e quello più sviluppato della specie, come pure la specie progenitrice originaria, tenderanno a estinguersi. Lo stesso accadrà probabilmente per molte linee collaterali di discendenza, che saranno conquistate da linee di discendenza successive e migliorate. Se tuttavia la discendenza modificata di una specie si insedia in un paese diverso, o si adatta rapidamente a un sito relativamente nuovo, nel quale figlio e genitore non entrano in competizione, entrambe le linee possono continuare a esistere.

Se dunque si suppone che il nostro diagramma rappresenti una notevole quantità di modificazione, la specie (A) e tutte le prime varietà si saranno estinte per essere rimpiazzate da otto nuove specie (da a_{14} a m_{14}), e (I) sarà stato rimpiazzato da sei nuove specie (da n_{14} a z_{14}).

Ma possiamo spingerci oltre. Si supponeva che le specie originarie del nostro genere somigliassero l'una all'altra in misura diseguale, come avviene tanto spesso in natura, con la specie (A) più vicina a B, C e D rispetto alle altre specie, e la specie (I) più vicina a G, H, K e L che alle altre. Si supponeva anche che (A) e (I) fossero molto comuni e ampiamente diffuse, così da avere avuto originariamente qualche vantaggio rispetto alla maggior parte delle altre specie di quel genere. I loro discendenti modificati, che saranno quattordici dopo

quattordicimila generazioni, avranno probabilmente ereditato alcuni degli stessi vantaggi. Essi inoltre si saranno modificati e migliorati in modo diversificato a ogni stadio della discendenza, così da diventare adatti ai rispettivi posti nell'economia naturale del loro paese. Mi sembra pertanto estremamente probabile che essi abbiano sostituito e dunque sterminato non solo i loro progenitori (A) e (I), ma analogamente alcune specie originarie che erano più strettamente collegate ai loro antenati. Dunque, ben poche specie originarie avranno trasmesso discendenti fino alla quattordicimillesima generazione. Possiamo supporre che soltanto una, (F), delle due specie meno strettamente collegate alle altre nove originarie, abbia trasmesso discendenti fino a quest'ultimo stadio della discendenza.

Le nuove specie del nostro diagramma che derivano dalle undici originarie saranno ora quindici. Per effetto della tendenza della selezione naturale alla divergenza, la quantità complessiva di differenza nei caratteri tra le specie a_{14} e z_{14} sarà molto maggiore di quella che separava le più diverse tra le undici specie originarie. Le nuove specie, inoltre, saranno collegate tra loro in modo assai diverso. Delle otto discendenti da (A), le tre indicate con a_{14} , q_{14} e p_{14} saranno strettamente collegate, perché sono un ramo formatosi da poco tempo a partire da a_{10} . Mentre b_{14} e f_{14} , che si sono formate per divergenza da a_5 in un periodo anteriore, saranno in qualche misura distinte dalle tre citate prima. E infine o_{14} , e_{14} e m_{14} saranno strettamente collegate l'una all'altra, ma siccome hanno cominciato a divergere all'inizio del processo di modificazione, saranno assai diverse dalle altre cinque specie e potranno formare un sottogenere o addirittura un genere distinto.

Le sei discendenti di (I) formeranno due sottogeneri o addirittura generi. Ma come la specie originaria (I) differiva largamente da (A), collocandosi quasi all'estremità del genere originario, le sei discendenti da (I), per via dell'ereditarietà, differiranno considerevolmente dalle otto discendenti da (A). Si suppone inoltre che i due gruppi abbiano continuato a divergere in direzioni differenti. Anche le specie intermedie (e questa è una considerazione molto importante), che collegavano le specie originarie (A) e (I), si sono tutte estinte tranne (F) e non hanno lasciato discendenti. Pertanto le sei nuove specie che discendono da (I) e le otto che discendono da (A) dovranno essere classificate come generi ben distinti, o addirittura come sottofamiglie distinte.

Così, credo, due o più generi si producono per discendenza con modificazione da due o più specie dello stesso genere. E si suppone che le due o più specie originarie siano discese da qualche specie di un genere precedente. Nel nostro diagramma questo è indicato dalle linee

tratteggiate, sotto le lettere maiuscole, sottorami che convergono in basso verso un solo punto; questo punto rappresenta una singola specie, che si suppone sia la sola progenitrice dei tanti nostri nuovi sottogeneri e generi.

Vale la pena soffermarsi un attimo sulle caratteristiche della nuova specie F₁₄, che si suppone non diverga molto nel carattere ma conservi la forma di (F) non modificata o modificata soltanto di poco. In questo caso le sue affinità con le altre quattordici nuove specie saranno di natura singolare e indiretta. Essendo discesa da una forma che stava tra le due forme progenitrici (A) e (I), che si suppone ora siano estinte e sconosciute, essa avrà in qualche misura un carattere intermedio tra i due gruppi che discendono da quelle specie. Ma poiché questi gruppi hanno continuato a divergere nel carattere dal tipo dei loro progenitori, la nuova specie (F₁₄) non sarà direttamente intermedia tra loro, ma piuttosto tra i tipi dei due gruppi; ogni naturalista sarà in grado di richiamare alla memoria qualche caso del genere.

Nel diagramma si è supposto finora che ogni linea orizzontale rappresentasse un migliaio di generazioni, ma potrebbe rappresentare un milione o cento milioni di generazioni; allo stesso modo potrebbe rappresentare una sezione degli strati successivi della crosta terrestre che contengono resti di forme estinte. Quando arriveremo al capitolo sulla geologia dovremo tornare sull'argomento e allora vedremo, credo, che il diagramma getta luce sulle affinità tra gli esseri estinti che, pur appartenendo generalmente agli stessi ordini, famiglie o generi di quelli ora viventi, tuttavia risultano spesso in qualche grado intermedi nel carattere tra i gruppi esistenti; e possiamo comprendere questo fatto perché le specie estinte vissero in epoche molto remote, quando le linee di discendenza ramificate divergevano meno.

Non vedo ragione per limitare il processo di modificazione, com'è stato spiegato ora, alla formazione dei soli generi. Se nel nostro diagramma supponiamo che la quantità di cambiamento rappresentata da ogni gruppo successivo di linee punteggiate divergenti sia molto grande, le forme da a_{14} a p_{14} , la b_{14} e la f_{14} , e quelle da o_{14} a m_{14} formeranno tre generi ben distinti. Avremo anche due generi diversi discendenti da (I) e, poiché questi differiranno grandemente, sia per la protratta divergenza di carattere sia per l'eredità da un progenitore diverso, dai tre generi che discendono da (A), i due piccoli gruppi di generi formeranno due famiglie distinte, o addirittura ordini, a seconda della quantità di modificazione divergente che si suppone rappresentata nel diagramma. E le due nuove famiglie, o ordini, saranno discese da due specie del genere originario, che si suppone siano discese, a loro volta, da una specie di un genere ancora più antico e sconosciuto.

Abbiamo visto che in ogni paese sono le specie dei generi più grandi a presentare più spesso varietà o specie incipienti. Questo era prevedibile, perché la selezione naturale, agendo su una forma che ha qualche vantaggio sulle altre nella lotta per l'esistenza, agirà principalmente su quelle che hanno già questo vantaggio, e le grandi dimensioni di un certo gruppo mostrano che le specie che lo compongono hanno ereditato da un antenato comune qualche comune vantaggio. Perciò la lotta per la produzione di nuovi discendenti modificati si svolgerà principalmente tra i gruppi più grandi, tutti impegnati a cercare di aumentare di numero. Un grande gruppo conquisterà lentamente un altro grande gruppo, ne provocherà la riduzione di numero e così diminuirà la possibilità che questo vari e migliori ulteriormente. Dentro lo stesso grande gruppo, i sottogruppi successivi più altamente perfezionati, ramificandosi e occupando nuovi posti nell'ordinamento della natura, tenderanno costantemente a soppiantare e distruggere i sottogruppi precedenti e meno migliorati. I gruppi piccoli e divisi e i sottogruppi tenderanno infine a sparire. Guardando al futuro, possiamo prevedere che i gruppi di esseri organici ora grandi e trionfanti, che sono meno suddivisi, cioè sono stati finora meno toccati dall'estinzione, continueranno a crescere per lungo tempo. Ma nessuno può prevedere quali gruppi alla fine prevarranno, perché sappiamo bene che molti gruppi un tempo assai sviluppati sono ora estinti. Guardando ancora oltre nel futuro possiamo prevedere che, a causa dell'aumento protratto e regolare dei gruppi più grandi, una moltitudine di gruppi più piccoli si estinguerà del tutto senza lasciare discendenti modificati; dunque pochissime fra le specie che vivono in un qualsiasi periodo trasmetteranno discendenti a un futuro lontano. Dovrò tornare su questo argomento nel capitolo sulla classificazione, ma posso aggiungere che, partendo dalla tesi secondo cui pochissime delle specie più antiche hanno lasciato discendenti e considerato che tutti i discendenti di una stessa specie formano una classe, possiamo comprendere come mai in ognuna delle grandi divisioni del regno animale e di quello vegetale ci siano pochissime classi. Sebbene ben poche delle specie un tempo esistenti possono avere ora discendenti vivi e modificati, tuttavia anche nella più remota delle epoche geologiche la terra può essere stata popolata di numerose specie di tanti generi, famiglie, ordini e classi come lo è oggi.

Riassunto del capitolo — Se nel lungo corso delle età e in condizioni di [vita](#) mutevoli gli esseri organici variano in diverse parti della loro struttura, cosa che non può essere messa in discussione; se vi è, a causa della potenziale crescita in progressione geometrica di ogni specie, una dura lotta per la vita in una qualsiasi età, stagione o anno,

altra cosa che sicuramente non è discutibile; allora, considerando l'infinita complessità delle relazioni tra tutti gli esseri organici, l'uno con l'altro e con le condizioni di vita, che fanno sì che un'infinita diversità nella struttura, nella costituzione e nelle abitudini sia per loro vantaggiosa, io credo che sarebbe un fatto davvero straordinario se non si fosse mai verificata una variazione favorevole al benessere di qualche individuo, nello stesso modo in cui si sono verificate tante variazioni favorevoli all'uomo. Ma se si verificano delle variazioni favorevoli a un qualsiasi essere organico, sicuramente nella lotta per la vita gli individui così caratterizzati avranno maggiore possibilità di essere conservati e, in base al potente principio dell'eredità, tenderanno a produrre una prole con caratteristiche simili. Per brevità ho chiamato questo principio di conservazione selezione naturale. Conformemente al principio per cui certe qualità vengono ereditate in età corrispondenti, la selezione naturale può modificare l'uovo, il seme e il piccolo così come l'adulto. Presso molti animali la selezione sessuale asseconderà la selezione naturale, assicurando ai maschi più vigorosi e meglio adatti la maggior quantità di prole. la selezione sessuale produrrà anche caratteri utili soltanto ai maschi per la lotta con altri maschi.

Se la selezione naturale abbia agito davvero in questo modo in natura, modificando e adattando le varie forme di vita alle diverse condizioni e stazioni, potremo giudicarlo in base al tenore complessivo della trattazione e al peso delle prove fornite nei capitoli seguenti. Ma già vediamo che la selezione comporta l'estinzione e la geologia rivela con chiarezza quanto diffusamente l'estinzione abbia agito nella storia del mondo. La selezione naturale, inoltre, porta alla [divergenza dei caratteri](#), perché quanto più gli individui viventi divergono per struttura, abitudini e costituzione, tanto maggiore sarà il numero di quelli in grado di trovare sostentamento nella stessa area; e di questo abbiamo prova se consideriamo gli abitanti di una qualsiasi piccola regione o le produzioni che si sono naturalizzate. Pertanto, nella modificazione dei discendenti di una qualsiasi specie e nella lotta incessante di tutte le specie per aumentare di numero, più i discendenti si diversificano, più opportunità avranno di avere successo nella battaglia della vita. Così le piccole differenze che distinguono le varietà della stessa specie tenderanno a crescere con regolarità finché saranno pari alle differenze più grandi tra le specie dello stesso genere, o addirittura di generi distinti.

Abbiamo visto che le specie comuni, largamente diffuse ed estese, appartenenti ai generi più grandi, sono quelle che variano di più e che queste specie tendono a trasmettere alla prole modificata la superiorità che ora le rende dominanti nel proprio paese. La selezione naturale, come si è appena osservato, porta alla [divergenza dei](#)

caratteri e alla frequente estinzione delle forme di vita meno migliorate e intermedie. Credo che sulla base di questi principi possiamo spiegare la natura delle affinità tra tutti gli esseri organici. È un fatto davvero meraviglioso — una meraviglia che tendiamo a trascurare perché ci è familiare — che tutti gli animali e le piante, nel tempo e nello spazio, siano collegati tra loro in gruppi, subordinati ad altri gruppi, nel modo che vediamo ovunque; cioè che le varietà della stessa specie siano collegate insieme nella maniera più stretta, le specie dello stesso genere siano collegate meno strettamente e in misura diseguale, formando sezioni e sottogeneri, che le specie di generi distinti siano collegate insieme ancora meno strettamente, e che i generi collegati in diversi gradi formino sottofamiglie, famiglie, ordini, sottoclassi e classi. I numerosi gruppi subordinati di ogni classe non possono essere classificati secondo una sola linea, ma sembrano raggrupparsi intorno a punti, che a loro volta si raggruppano intorno ad altri punti e così via, in cicli quasi senza fine. Se si adotta la teoria per cui ogni specie è stata creata indipendentemente, non vedo come questo importante fatto nella classificazione di tutti gli esseri organici possa essere spiegato. Invece, per quanto posso giudicare, il fatto si spiega con l'eredità e l'azione complessa della selezione naturale, che comporta l'estinzione e la divergenza dei caratteri, come abbiamo visto nel diagramma.

Le affinità tra tutti gli esseri della stessa classe sono state rappresentate in molti casi come un grande albero. Credo che questa similitudine corrisponda sostanzialmente alla verità. I rami verdi e germoglianti possono rappresentare le specie esistenti, mentre quelli prodotti a ogni anno precedente rappresenteranno la lunga serie delle specie estinte. In ogni periodo di crescita tutti i rami in via di sviluppo hanno cercato di ramificarsi da ogni lato e di sovrastare e uccidere i rametti e i rami circostanti, nello stesso modo in cui le specie e i gruppi di specie hanno cercato di sottomettere le altre specie nella grande battaglia per la vita. I tronchi divisi in tanti rami, e questi divisi ancora in rami sempre più piccoli, erano essi stessi un tempo, quando l'albero era giovane, piccoli rami germoglianti. La connessione tra i germogli precedenti e quelli attuali mediante ramificazioni può ben rappresentare la classificazione di tutte le specie estinte e viventi in gruppi subordinati ad altri gruppi. Dei tanti rametti che fiorirono quando l'albero era solo un cespuglio, soltanto due o tre, che sono ora divenuti grandi rami, sopravvivono ancora e reggono tutti gli altri. Così accade per le specie che vissero in periodi geologici passati da lungo tempo, pochissime delle quali hanno ora discendenti ancora in vita e modificati. Dall'inizio della crescita dell'albero, molti rami principali e minori sono morti e si sono spezzati. Questi rami perduti di diverse dimensioni possono rappresentare gli interi ordini, le

famiglie e i generi che non hanno oggi individui viventi e che ci sono noti soltanto perché li abbiamo trovati allo stato fossile. Come qualche volta dalla biforcazione inferiore di un albero vediamo spuntare disordinatamente un ramo sottile, così talvolta vediamo un animale, come l'[ornitorinco](#) o il [Lepidosiren](#), che in qualche misura con le sue affinità rappresenta il collegamento tra due grandi rami della vita e, apparentemente, è stato salvato dalla fatale competizione perché occupava una stazione protetta. Come i germogli crescendo danno vita a nuovi germogli e questi, se sono vigorosi, si diramano e sovrastano da tutti i lati tanti rami più deboli, così è accaduto, mediante la generazione, al grande albero della vita, che riempie con i suoi rami morti e spezzati la crosta terrestre e ne copre la superficie con sempre nuove, splendide ramificazioni.

CAPITOLO V

LEGGI DELLA VARIAZIONE

Effetti delle condizioni esterne — Uso e disuso, combinati con la selezione naturale; organi per il volo e la visione — Acclimatazione — Correlazione della crescita — Compensazione ed economia della crescita — False correlazioni — Le strutture multiple, rudimentali e scarsamente organizzate sono variabili — Le parti sviluppate in maniera inusuale sono altamente variabili; i caratteri specifici sono più variabili dei caratteri generici; i caratteri sessuali secondari sono variabili — Le specie dello stesso genere variano in maniera analoga — Reversioni ai caratteri perduti da lungo tempo — Riassunto

Finora mi sono talvolta espresso come se le variazioni — così comuni e multiformi negli esseri organici allo **stato domestico** e, in misura minore, in quelli allo stato di natura — fossero dovute al caso. Questa è senz'altro un'espressione del tutto imprecisa, ma serve a riconoscere apertamente la nostra ignoranza circa la causa di ogni singola variazione particolare. Alcuni autori ritengono che produrre differenze individuali, o lievi deviazioni di struttura, sia una funzione propria del sistema riproduttivo come lo è fare i bambini simili ai genitori. Ma il fatto che le variazioni e le mostruosità si verifichino molto più spesso allo stato domestico o nelle coltivazioni piuttosto che allo stato di natura mi spinge a ritenere che le deviazioni di struttura siano dovute in qualche modo alle condizioni di vita a cui i genitori e i loro più remoti antenati sono stati esposti per diverse generazioni. Nel primo capitolo ho osservato — ma per mostrare la verità di questa osservazione sarebbe necessaria una lunga serie di fatti che non possono essere qui riferiti — che il sistema riproduttivo è altamente sensibile ai cambiamenti nelle condizioni di vita; e al fatto che questo sistema venga funzionalmente disturbato nei genitori io attribuisco la ragione principale della condizione variabile o plastica che si riscontra nella prole. Sembra che gli elementi sessuali, maschili e femminili, vengano influenzati prima che abbia luogo l'unione che formerà un nuovo essere. Nel caso delle **piante** «anomale» viene influenzato soltanto il germoglio, che, nella condizione iniziale, non sembra differire in modo sostanziale da un ovulo. Ignoriamo radicalmente perché, in conseguenza del fatto che il sistema riproduttivo sia disturbato, questa o quella parte debba variare di più o di meno. Tuttavia possiamo percepire qua e là un piccolo spiraglio di luce e stare certi che deve esserci una causa per ogni deviazione di struttura,

per quanto lieve.

È estremamente difficile dire quanto effetto diretto eserciti su un qualsiasi essere una differenza di clima, cibo ecc. La mia impressione è che l'effetto sia estremamente piccolo nel caso degli animali, ma forse un po' maggiore nel caso delle piante. Ma possiamo concludere tranquillamente che questo genere di influenze non possono aver prodotto quei numerosi coadattamenti di struttura, straordinari e complessi, che osserviamo ovunque in natura tra un essere organico e l'altro. Qualche piccola influenza può essere attribuita al clima, al cibo ecc.: così Edward [Forbes](#) afferma con sicurezza che le [conchiglie](#) che si trovano ai limiti meridionali del loro raggio di diffusione, o che vivono in acque poco profonde, hanno colori più brillanti di quelle della stessa specie che si trovano più a nord o a profondità maggiori. [Gould](#) ritiene che gli uccelli della stessa specie abbiano colori più brillanti quando vivono sotto un cielo terso rispetto a quando vivono sulle isole o vicino alla costa. Allo stesso modo, per quanto riguarda gli insetti, Wollaston è convinto che il vivere in prossimità del mare influenzi i loro colori. Moquin—Tandon presenta una lista di piante che, quando crescono vicino alla riva del mare, hanno foglie in qualche misura carnose, cosa che non si verifica altrove. E si potrebbero citare diversi altri casi del genere.

Il fatto che le varietà di una specie, quando si diffondono in una zona abitata da altre specie, spesso acquisiscono in misura molto limitata alcuni caratteri di queste ultime, è in accordo con la nostra concezione per cui le specie di ogni tipo sono soltanto varietà ben marcate e permanenti. Così le specie di conchiglie che si trovano solo nei mari tropicali e poco profondi hanno generalmente colori più brillanti di quelle confinate nei mari freddi e più profondi. Gli uccelli che si trovano solo sui continenti, secondo il signor Gould, hanno colori più brillanti di quelli delle isole. Come ogni collezionista sa bene, le specie di insetti che vivono lungo le coste sono spesso di un colore bronzeo o di un marrone giallognolo. Le piante che vivono esclusivamente sulle rive del mare tendono ad avere spesso foglie carnose. Chi crede nella creazione di ogni specie dovrà affermare, per esempio, che una certa conchiglia è stata creata con colori brillanti per un mare caldo, mentre un'altra conchiglia ha acquisito colori brillanti per variazione quando si è diffusa in acque più calde o meno profonde.

Quando una variazione è di una sia pur minima utilità per un essere, non possiamo dire quanto di essa vada attribuito all'azione cumulativa della selezione naturale e quanto alle condizioni di vita. Così è ben noto ai mercanti di pellicce che animali della stessa specie hanno una [pelliccia](#) più folta e bella quanto più severe sono le

condizioni climatiche in cui sono vissuti; ma chi può dire quanto di questa differenza sia dovuto al fatto che gli individui con la pelliccia più calda sono stati favoriti e si sono conservati per molte generazioni, e quanto all'azione diretta del clima più rigido? Perché, a quanto sembra, il clima esercita qualche azione diretta anche sul pelo dei nostri quadrupedi domestici.

Si possono fornire esempi di varietà simili che sono state prodotte nelle condizioni di vita più diverse che si possano immaginare e, d'altra parte, anche esempi di varietà differenti prodotte dalla stessa specie nelle medesime condizioni di vita. Fatti del genere mostrano che le condizioni ambientali devono agire perlopiù indirettamente. Inoltre ogni naturalista conosce innumerevoli esempi di specie che si mantengono identiche, che non variano affatto anche se vivono nei climi più opposti. Considerazioni del genere mi inducono ad attribuire un peso molto limitato all'azione diretta delle condizioni di vita. Indirettamente, come si è già detto, esse sembrano incidere in modo significativo sul sistema riproduttivo, provocando in tal modo della variabilità; e la selezione naturale interverrà poi accumulando tutte le variazioni vantaggiose, per quanto piccole, finché esse diventeranno abbastanza consistenti da essere apprezzabili.

Effetto dell'uso e del disuso — Sulla base di quanto menzionato nel primo capitolo, penso che vi possano essere ben pochi dubbi sul fatto che nei nostri animali domestici l'uso rinforza e ingrandisce certe parti, mentre il disuso le fa diminuire, e che tali modificazioni sono ereditate. In natura non abbiamo uno standard su cui giudicare gli effetti dell'uso o del disuso prolungati, dato che non conosciamo le forme progenitrici; tuttavia molti animali hanno strutture che possono essere spiegate con gli effetti del disuso. Come ha notato il professor [Owen](#), in natura non vi è anomalia maggiore di un uccello che non può volare, eppure parecchi uccelli si trovano in questa condizione. L'anatra dalla testa grossa del Sud America riesce soltanto a battere la superficie dell'acqua e ha le ali in una condizione simile a quella dell'anatra domestica di Aylesbury. Poiché gli uccelli più grandi che si nutrono a terra raramente prendono il volo, se non per sfuggire al pericolo, credo che l'assenza quasi completa di ali in diversi uccelli che ora abitano o hanno di recente abitato diverse [isole oceaniche](#), dove non vivono animali da preda, sia stata causata dal disuso. È vero che lo struzzo abita sui continenti ed è esposto a pericoli dai quali non può fuggire volando, ma può comunque difendersi dai nemici sferrando calci come un piccolo quadrupede. Possiamo immaginare che i primi progenitori dello struzzo avessero abitudini come quelle dell'otarda e che, man mano che la selezione naturale faceva

augmentare, nel corso delle generazioni successive, le dimensioni e il peso del suo corpo, le sue gambe siano state usate sempre di più e le ali sempre di meno, fino a divenire inadatte al Volo.

Kirby ha notato (e io ho osservato lo stesso fatto) che i tarsi anteriori, o piedi, di molti coleotteri maschi che si nutrono di [letame](#) sono spesso mancanti; egli ha esaminato diciassette esemplari della sua collezione, e neppure uno conservava traccia dei tarsi. Nell'[Onites apelles](#) la perdita dei tarsi è così comune che l'insetto è stato descritto come se non li avesse. In qualche altro genere sono presenti, ma in una condizione rudimentale. Nell'[Ateuchus](#), o scarabeo sacro degli egiziani, mancano del tutto. Non ci sono prove sufficienti per indurci a credere che le mutilazioni siano ereditate, e personalmente preferisco spiegare l'assenza completa dei tarsi anteriori nell'[Ateuchus](#), come la loro condizione rudimentale in qualche altro genere, mediante gli effetti protratti del disuso nei loro progenitori; infatti, dato che i tarsi risultano quasi sempre mancanti in molti coleotteri che si nutrono di letame, tale perdita deve essersi verificata in un periodo iniziale della vita; dal che possiamo concludere che non devono essere particolarmente utilizzati da questi insetti.

In qualche caso potremmo facilmente attribuire al disuso quelle modificazioni di struttura che sono dovute interamente o principalmente alla selezione naturale. Il signor Wollaston ha scoperto il fatto degno di nota che 200 [coleotteri](#), tra le 550 specie che si trovano a Madera, hanno delle ali talmente poco sviluppate da non essere in grado di volare; e che, dei 29 generi endemici, non meno di 23 hanno tutte le loro specie in questa condizione! Diversi fatti — come quello che i coleotteri in tante parti del mondo vengono molto spesso spinti dal vento in mezzo al mare e muoiono; o che i coleotteri di Madera, come ha osservato il signor Wollaston, giacciono nascosti finché il vento si placa e risplende il sole; o, ancora, che i coleotteri senz'ali sono più numerosi, in proporzione, nelle isole Desertas, dove non ci sono ripari dal vento, piuttosto che nella stessa Madera; e, specialmente, il fatto straordinario, su cui insiste tanto il signor Wollaston, che alcuni grandi gruppi di coleotteri, che altrove sono straordinariamente numerosi e le cui abitudini di vita richiedono quasi di necessità dei voli frequenti, sono qui pressoché assenti — tutte queste considerazioni mi hanno condotto a ritenere che l'assenza di ali in tanti coleotteri di Madera sia dovuta principalmente all'azione della selezione naturale, seppure probabilmente combinata con il disuso. Infatti ogni singolo coleottero che volava di meno — o perché le sue ali erano meno perfettamente sviluppate, o per le sue abitudini indolenti — per migliaia di generazioni successive avrà avuto le migliori opportunità di sopravvivere, non correndo il rischio di essere spinto dal vento in mezzo al mare; mentre, d'altra parte, i coleotteri

più pronti al volo saranno stati più spesso spinti in mare e distrutti.

Gli insetti di Madera che non si nutrono a terra e che, come i coleotteri e i lepidotteri che si nutrono di fiori, devono usare abitualmente le ali per conquistarsi il cibo, non hanno affatto le ali ridotte, bensì addirittura ingrandite, cosa che conferma i sospetti del signor Wollaston. Ciò è ben compatibile con l'azione della selezione naturale perché, quando un nuovo insetto arriva sull'isola, la tendenza della selezione naturale a ingrandire o ridurre le ali dipenderà dal fatto che un maggior numero di individui si salvino affrontando con successo i venti o, al contrario, rinunciando al tentativo e volando raramente o non volando affatto. Come nel caso dei marinai vittime di un naufragio sotto costa: per i buoni nuotatori sarebbe stato meglio se fossero stati capaci di nuotare un po' più a lungo, ma per i cattivi nuotatori sarebbe stato meglio se non fossero stati capaci di nuotare affatto e fossero rimasti aggrappati al relitto.

Gli occhi della talpa e di alcuni [roditori](#) scavatori possono essere considerati rudimentali per quanto riguarda le loro dimensioni e, in qualche caso, sono ricoperti dalla pelle e dalla pelliccia. Questa condizione degli occhi è dovuta probabilmente a una riduzione graduale per via del disuso, forse però aiutata dalla selezione naturale. Nel Sud America un roditore scavatore, il [tucu-tucu](#) o [Ctenomys](#), ha abitudini ancora più sotterranee della talpa e uno spagnolo, che ne ha catturati molti, mi ha assicurato che spesso sono ciechi. Uno che ho tenuto vivo per qualche tempo lo era certamente, a causa, a giudicare da quanto ho scoperto con la dissezione, di un'infiammazione della membrana nittitante. Poiché una frequente infiammazione agli occhi non può che essere dannosa per qualsiasi animale, e poiché di sicuro gli occhi non sono indispensabili agli animali con abitudini sotterranee, la riduzione delle loro dimensioni con l'adesione delle palpebre e la crescita della pelliccia su di essi può rappresentare in questo caso un vantaggio; e, se le cose stanno così, la selezione naturale asseconderà costantemente gli effetti del disuso.

È noto che diversi animali, appartenenti alle classi più diverse, che abitano le grotte della Stiria e del [Kentucky](#) sono ciechi. In alcuni granchi il peduncolo dell'occhio rimane, ma l'occhio è scomparso: il supporto del telescopio c'è, ma il telescopio con le sue lenti non c'è più. Poiché è difficile immaginare che gli occhi, benché inutili, possano essere dannosi in qualche modo agli animali che vivono nell'oscurità, attribuisco la loro perdita interamente al disuso. In uno degli animali ciechi, il ratto delle caverne, gli occhi hanno dimensioni enormi, e il professor [Silliman](#) riteneva che quell'animale, dopo aver vissuto per qualche tempo alla luce, riguadagnasse una debole vista. Come a Madera le ali di alcuni insetti sono state ingrandite e quelle di

altri rimpicciolite dalla selezione naturale con l'aiuto dell'uso e del disuso, così nel caso del ratto delle caverne sembra che la selezione naturale abbia lottato con la mancanza di luce aumentando le dimensioni degli occhi, mentre per tutti gli altri abitanti delle grotte sembra che il disuso abbia agito da solo.

È difficile immaginare condizioni di vita più simili tra loro di quelle offerte dalle profonde caverne calcaree in climi somiglianti. Così, secondo l'opinione comune per cui gli animali ciechi sono stati creati separatamente per le caverne americane e per quelle europee, ci si potrebbe aspettare di trovare delle affinità e una stretta somiglianza nella loro organizzazione. Ma, come hanno osservato [Schiödte](#) e altri, non è così: gli insetti delle caverne dei due continenti non sono più strettamente affini di quanto ci si potrebbe aspettare in base alla generale somiglianza degli altri abitanti del Nord America e dell'Europa. Secondo me si deve supporre che gli animali americani, dotati di una normale capacità di visione, siano emigrati lentamente, durante generazioni successive, dal mondo esterno sempre più in profondità nelle [grotte del Kentucky](#), e che gli animali europei abbiano fatto la stessa cosa nelle grotte d'Europa. Abbiamo qualche testimonianza di questo cambiamento graduale delle abitudini perché, come nota [Schiödte](#), «alcuni animali non troppo distanti dalle forme ordinarie preparano la transizione dalla luce all'oscurità. Poi vengono quelli costruiti per la luce crepuscolare, e infine quelli destinati alla totale oscurità». Secondo questa concezione, quando un animale avrà raggiunto, dopo un numero sterminato di generazioni, i recessi più profondi, i suoi occhi saranno ormai già scomparsi, più o meno totalmente, per via del disuso, e la selezione naturale avrà spesso realizzato altri cambiamenti per compensare la cecità, come un aumento nella lunghezza delle antenne o dei palpi. Nonostante queste modificazioni, potremmo ancora aspettarci di osservare negli animali delle grotte d'America delle affinità con gli altri abitanti di quel continente, e in quelli d'Europa delle affinità con gli abitanti del continente europeo. E questo è in effetti quanto si riscontra in alcuni animali cavernicoli americani, come mi riferisce il professor [Dana](#); e alcuni insetti cavernicoli europei sono strettamente affini a quelli del paese circostante. Sarebbe assai difficile dare una qualsiasi spiegazione razionale dell'affinità tra gli animali ciechi e gli altri abitanti dei due continenti sulla base della comune concezione secondo cui sono stati creati indipendentemente. Considerata la ben nota relazione che sussiste tra la maggior parte delle altre loro creature, potremmo aspettarci che anche diversi abitanti delle grotte del Vecchio e del Nuovo mondo presentino una stretta affinità. Anziché sorprendermi del fatto che alcuni animali delle caverne sono del tutto anomali — come ha osservato [Agassiz](#) a proposito del pesce

cieco, l'*Amblyopsis*, o come, in riferimento ai rettili europei, nel caso del *Proteo* cieco —, sono rimasto piuttosto stupito che non si sia conservato un maggior numero di forme di vita del passato, considerate le condizioni di minore competizione cui sono stati probabilmente esposti gli abitanti di quelle oscure dimore.

Acclimatazione — Nelle piante alcune abitudini — come per esempio il periodo della fioritura, la quantità di pioggia necessaria per la germinazione dei semi, il periodo di quiescenza ecc. — sono ereditarie, e ciò mi porta a fare alcune osservazioni sull'acclimatazione. Poiché è estremamente comune che specie dello stesso genere abitino paesi molto caldi e molto freddi, e poiché ritengo che tutte le specie dello stesso genere siano discese da un unico progenitore, se questo punto di vista è corretto l'acclimatazione deve essersi realizzata senza difficoltà nel corso di una prolungata discendenza. Si sa che ogni specie è adatta al clima della propria dimora: specie provenienti da una regione artica o anche temperata non possono resistere a un clima tropicale e viceversa. Così, ancora, molte piante grasse non possono resistere a un clima umido. Ma il grado di adattamento delle specie ai diversi climi in cui vivono è spesso sopravvalutato. Lo possiamo inferire dalla nostra frequente incapacità di prevedere se una certa pianta importata sopporterà o meno il nostro clima e dal numero delle piante e degli animali provenienti da regioni più calde che godono di buona salute nel nostro paese. Abbiamo ragione di ritenere che le specie allo stato di natura siano limitate nella loro diffusione dalla competizione con altri esseri organici quanto o forse più che dall'adattamento a certi climi particolari. Ma indipendentemente dal fatto che l'adattamento sia molto stretto oppure no, nel caso di alcune piante abbiamo le prove che, in qualche misura, esse si abituano naturalmente a temperature diverse, ossia si acclimatano. Così si è visto che i pini e i rododendri, ottenuti da semi raccolti dal dottor hooker da alberi che crescevano, a diverse altezze, sull'himalaya, avevano nel nostro paese una diversa capacità costituzionale di resistere al freddo. Il signor *thwaites* mi informa di aver osservato fatti simili a *ceylon*; e analoghe osservazioni sono state fatte dal signor H.C. watson su alcune specie di piante europee portate dalle azzorre in inghilterra. Per quanto riguarda gli animali, si potrebbero citare diversi casi ben documentati di specie che, in tempi storici, hanno esteso ampiamente il loro raggio di diffusione, dalle latitudini più calde a quelle più fredde e viceversa; ma non sappiamo con certezza se questi animali erano strettamente adattati al clima in cui si trovavano originariamente, anche se lo supponiamo in tutti i casi ordinari; né sappiamo se si siano in seguito acclimatati nelle loro nuove dimore.

Poiché sono convinto che i nostri animali domestici siano stati scelti un tempo da uomini non civilizzati in quanto erano utili e si potevano allevare facilmente in cattività, e non perché in seguito si è scoperto che potevano essere trasportati a notevoli distanze, credo che la loro straordinaria capacità comune non solo di resistere ai climi più diversi, ma anche di mantenersi perfettamente fecondi in quelle nuove condizioni (una prova assai più difficile), possa essere utilizzata a sostegno dell'idea per cui una vasta porzione degli animali ora allo stato di natura potrebbe essere indotta con facilità a sopportare climi profondamente diversi. Tuttavia non dobbiamo spingere troppo oltre questa argomentazione, considerata la probabile origine di alcuni nostri animali domestici da diversi ceppi selvatici: mescolato al sangue delle nostre razze domestiche, per esempio, potrebbe esserci quello di un lupo dei tropici o dell'artico, oppure di un cane selvatico. Il ratto e il topo non possono essere considerati animali domestici, eppure sono stati trasportati dall'uomo in molte parti del mondo e ora hanno un raggio di diffusione molto più ampio di quello di ogni altro roditore, e vivono in libertà nel freddo clima delle Fær Øer a nord e delle Falkland a sud, nonché in molte isole delle zone torride. Perciò sono incline a considerare l'adattamento a qualche clima particolare come una qualità che si sposa facilmente a un'innata, ampia flessibilità di costituzione comune a molti animali. Da questo punto di vista la capacità dell'uomo e degli animali da lui addomesticati di resistere ai climi più diversi, assieme a fatti come quello per cui alcune specie estinte degli elefanti e dei rinoceronti erano capaci di resistere a un clima glaciale mentre quelle attuali hanno abitudini tropicali o subtropicali, non dovrebbero essere considerati anomalie, bensì esempi di una flessibilità di costituzione molto comune, che entra in gioco in circostanze particolari.

Quanto l'[acclimatazione](#) delle specie a un particolare clima sia dovuta a semplice abitudine, quanto alla selezione naturale di varietà che hanno una diversa costituzione innata e quanto a una combinazione di entrambi i fattori, è una questione assai oscura. Che l'abitudine o usanza abbiano una certa influenza, devo crederlo sia per analogia, sia per il consiglio sempre ripetuto nelle opere di agricoltura — persino nelle antiche enciclopedie cinesi — di procedere con cautela nel trasferire gli animali da una regione all'altra. È infatti improbabile che l'uomo sia riuscito a selezionare tante razze e sottorazze diverse con costituzioni specificamente adatte alle rispettive regioni: il risultato, secondo me, deve essere dovuto all'abitudine. D'altra parte, non vedo ragione per dubitare che la selezione naturale tenderà continuamente a conservare gli individui nati con una costituzione meglio adattata alla regione in cui vivono. Nei trattati su diversi tipi di piante coltivate si dice che alcune varietà

sopportano certi climi meglio di altre: ciò è ben evidente nelle opere sugli alberi da frutto pubblicate negli Stati Uniti, in cui certe varietà vengono solitamente raccomandate per gli stati del Nord e altre per quelli del Sud; e poiché la maggior parte di queste piante hanno origine recente, le loro differenze di costituzione non possono dipendere dall'abitudine. Il [carciofo](#) di Gerusalemme,¹ che non si propaga mai per semi e di cui quindi non sono state prodotte nuove varietà, è stato addirittura addotto come un caso in grado di dimostrare che non può darsi acclimatazione, poiché è rimasto tenero come era un tempo! Allo stesso scopo è stato citato spesso, con ben maggior peso, il caso del [fagiolo](#); ma finché qualcuno non seminerà, per una ventina di generazioni, le sue piantine di fagioli così presto che una larga percentuale di esse sarà distrutta dal gelo, e non raccoglierà poi i semi delle poche sopravvissute, evitando con cura gli incroci accidentali e ricavando di nuovo i semi da queste pianticelle e seguendo le stesse precauzioni, non si potrà dire che l'esperimento sia stato neppure tentato. E non si creda che non appaiano mai delle differenze nella costituzione delle pianticelle di fagioli, perché è stata pubblicata una relazione su quanto alcune di esse si mostrino più resistenti di altre.

Complessivamente, credo, possiamo concludere che l'abitudine, l'uso e il disuso hanno svolto in alcuni casi una parte notevole nel cambiamento della costituzione e della struttura di vari organi, ma che gli effetti dell'uso e del disuso hanno spesso interagito, in larga misura, con la selezione naturale delle differenze congenite, e qualche volta ne sono stati dominati.

Correlazione della crescita — con questa espressione intendo dire che, durante la crescita e lo sviluppo, l'intera organizzazione di un essere vivente è così strettamente collegata che quando si verificano lievi variazioni in una parte, che si accumulano poi mediante la selezione naturale, anche altre parti vengono a modificarsi. Questo è un argomento molto importante e molto poco compreso. Il caso più ovvio è dato dal fatto che le modificazioni accumulate solamente per il bene del piccolo o della larva influenzano (si può concludere con sicurezza) la struttura dell'adulto, nello stesso modo in cui qualsiasi malformazione che colpisce l'embrione nei suoi primi stadi influenza seriamente l'intera organizzazione dell'adulto. Le varie parti del corpo che sono omologhe e simili in una fase iniziale della vita embrionale sembrano inclini a variare in maniera analoga: lo vediamo nel lato destro e in quello sinistro del corpo, che cambiano nella stessa maniera; o anche nelle zampe anteriori e posteriori, e perfino nelle mascelle e negli arti, che variano assieme perché si ritiene che la

mascella inferiore sia omologa agli arti. Non dubito che queste tendenze possano essere controllate più o meno completamente dalla selezione naturale: per esempio, è esistita una famiglia di cervi che aveva le corna soltanto da un lato e, se questa particolarità fosse stata in qualche modo di grande utilità per la razza, probabilmente sarebbe stata resa permanente dalla selezione naturale.

Come hanno sottolineato alcuni autori, le parti omologhe tendono ad aderire le une alle altre, cosa che si osserva spesso nelle piante affette da mostruosità; e nulla è più comune dell'unione delle parti omologhe nelle strutture normali, come l'unione dei petali della corolla a formare un solo tubo. Le parti dure sembrano influenzare la forma delle parti tenere contigue; e alcuni autori credono che la diversità nella forma della pelvi negli uccelli causi la notevole differenza nella forma dei loro reni. Altri credono che nell'uomo la forma della **pelvi** della madre influenzi, mediante la pressione, la forma della testa del bambino. Nei serpenti, secondo **Schlegel**, la forma del corpo e la maniera d'inghiottire determinano la posizione di molte delle viscere più importanti.

La natura del legame di correlazione è molto spesso piuttosto oscura. Il signor Isidore Geoffroy St Hilaire ha sottolineato con forza che alcune malformazioni coesistono spesso e altre raramente, senza che riusciamo a coglierne la ragione. Che cosa c'è di più strano della relazione tra gli occhi azzurri e la sordità nei **gatti**, o tra il color tartaruga e il sesso femminile; tra il piede piumato e la pelle fra le dita esterne nel colombo, e la minore o maggiore quantità di piumino nei piccoli appena nati con il colore del loro futuro piumaggio; o, ancora, la relazione tra il pelo e i denti nel cane turco nudo, anche se in questo caso probabilmente entra in gioco l'omologia? A proposito di quest'ultimo caso di correlazione, penso che sia difficilmente accidentale il fatto che i due ordini di mammiferi più anomali per il loro rivestimento dermico, cioè i **cetacei** (le balene) e gli **sdentati** (armadilli, pangolini ecc.), siano anche i più anomali per la dentizione.

Non conosco un caso più adatto a mostrare l'importanza delle leggi della correlazione nel modificare strutture importanti, indipendentemente dall'utilità e dunque dalla selezione naturale, di quello della differenza tra i fiori esterni e quelli interni di alcune piante **composite** e ombrellifere. Tutti conoscono la differenza tra i fiorellini esterni e quelli centrali, per esempio, della margherita; differenza spesso accompagnata dalla condizione abortiva di alcune parti del fiore. Ma in alcune piante composite i semi sono diversi anche per forma e solchi; e perfino l'ovario, con le sue parti accessorie, presenta delle differenze, come ha mostrato Cassini. Alcuni

autori hanno attribuito queste differenze alla pressione, e la forma dei semi nei fiorellini esterni di alcune composite legittima questa idea; ma nel caso della corolla delle ombrellifere, come mi informa il dottor Hooker, non è affatto vero che, nelle specie con la testa più fitta, i fiori interni ed esterni mostrino più spesso delle differenze. Si sarebbe potuto pensare che lo sviluppo dei petali periferici, assorbendo nutrimento da certe altre parti del fiore, causasse la condizione abortiva di queste ultime; ma in alcune composite c'è una differenza tra i semi dei fiorellini esterni e di quelli interni senza che ci siano differenze nella corolla. Forse queste differenze possono essere legate a una certa diversità nel flusso di nutrimento verso i fiori centrali e verso quelli esterni: sappiamo, quantomeno, che nei fiori irregolari quelli più vicini all'asse sono più spesso soggetti alla [peloria](#), e diventano regolari. Posso aggiungere, come esempio di questo fatto e come caso sorprendente di correlazione, che in alcuni [pelargoni](#) da giardino ho osservato di recente che il fiore centrale del fastello perde spesso le macchie di colore più scuro nei due petali superiori e che, quando questo si verifica, il nettario aderente è pressoché abortivo, mentre quando il colore manca in uno solo dei due petali superiori il nettario è soltanto molto accorciato.

Per quanto riguarda la differenza, nella corolla, tra i fiori centrali e quelli esterni della testa di una pianta o ombrella, non sono del tutto sicuro che l'idea di C.C. Sprengel secondo cui i fiori esterni servono ad attirare gli insetti — la cui azione è altamente vantaggiosa per la fecondazione delle piante di quei due ordini — sia inverosimile come può apparire a prima vista; e, se c'è un vantaggio, può darsi che la selezione sia entrata in gioco. Ma per quanto riguarda le differenze nella struttura sia interna sia esterna dei semi, non sempre collegate a qualche differenza nei fiori, non sembra che possano essere in alcun modo vantaggiose alla pianta. Eppure nelle ombrellifere queste differenze sembrano avere una importanza tale — con i semi che, secondo Tausch, sono ortospermi nei fiori esterni e celospermi in quelli centrali — che de Candolle il vecchio stabilì le divisioni principali per quell'ordine su differenze analoghe. Vediamo così che delle modificazioni di struttura, considerate dai sistematici di grande valore, possono essere dovute interamente a ignote leggi della correlazione della crescita, e il tutto senza che vi sia, per quanto possiamo giudicare, una benché minima utilità per la specie.

Spesso capita che attribuiamo falsamente alla correlazione della crescita alcune strutture che sono comuni a interi gruppi di specie, e che in realtà sono dovute semplicemente all'eredità. Un antico progenitore infatti può aver acquisito per selezione naturale una certa modificazione di struttura e, dopo migliaia di generazioni, qualche altra modificazione indipendente; noi potremmo essere portati

naturalmente a pensare che queste due modificazioni, essendo state trasmesse a un intero gruppo di discendenti con abitudini diverse, siano correlate in qualche maniera necessaria. Così, di nuovo, non dubito che alcune apparenti correlazioni, che si verificano in interi ordini, siano dovute solo al modo in cui può agire la selezione naturale. Per esempio, Alphonse de Candolle ha osservato che non si trovano mai semi alati nei frutti che non si aprono. Dal mio punto di vista questa regola si spiega con il fatto che solo nei fiori che si aprono i semi hanno potuto acquisire le ali gradualmente per selezione naturale, così che le piante che producevano semi un poco più adatti a essere sospinti dal vento hanno acquisito un vantaggio su quelle che producevano semi meno adatti alla dispersione; un processo che non poteva prodursi nei frutti che non si aprono.

Geoffroy il vecchio e Goethe, più o meno negli stessi anni, hanno proposto la loro legge della compensazione o **bilanciamento della crescita**. Stando alla formulazione di Goethe, essa afferma che «per spendere da una parte, la natura è costretta a economizzare da un'altra». Credo che ciò valga in qualche misura per le nostre produzioni domestiche: se il nutrimento fluisce in eccesso verso una parte o un organo, raramente fluisce, perlomeno in eccesso, verso un'altra parte; per questo motivo è difficile ottenere una mucca che produca latte in abbondanza e che, insieme, ingrassi rapidamente. Le medesime varietà di **cavolo** non producono foglie abbondanti e nutrienti e, allo stesso tempo, una ricca provvista di semi oleosi. Quando i semi dei nostri frutti si atrofizzano, il frutto stesso ne guadagna abbondantemente in dimensioni e qualità. Nel pollame un ciuffo abbondante di piume sulla testa è accompagnato generalmente da una cresta ridotta, e una grande barba da bargigli ridotti. Nelle specie allo stato di natura è difficile sostenere che tale legge abbia un'applicazione universale; molti buoni osservatori, specialmente tra i botanici, sono però convinti della sua validità. In questo caso, tuttavia, non fornirò alcun esempio, perché non vedo praticamente alcun modo per distinguere tra gli effetti, da un lato, della selezione naturale, che sviluppa largamente una parte e ne riduce un'altra contigua per selezione o per disuso, e gli effetti, dall'altro lato, della sottrazione di nutrimento a una parte a causa dell'eccesso di crescita in un'altra parte contigua.

Sospetto inoltre che alcuni casi di compensazione che sono stati proposti, così come altri fatti, potrebbero essere raggruppati sotto un principio più generale, vale a dire che la selezione naturale cerca continuamente di economizzare in ogni parte dell'organizzazione. Se un cambiamento nelle condizioni di vita fa sì che una struttura in precedenza utile divenga meno utile, qualsiasi diminuzione del suo sviluppo, per quanto piccola, verrà sfruttata dalla selezione naturale,

perché sarà vantaggioso per l'individuo non disperdere il proprio nutrimento nella costruzione di una struttura inutile. Solo in questo modo mi risulta comprensibile un fatto che mi aveva colpito particolarmente quando studiavo i cirripedi, e di cui si potrebbero fornire molti altri esempi: vale a dire che quando un cirripede agisce come parassita di un altro ed è così protetto da quest'ultimo, perde più o meno completamente la sua conchiglia o carapace. Ciò avviene nell'*Ibla* maschio e in modo davvero straordinario nel *Proteolepas*. Negli altri cirripedi, infatti, il carapace consiste di tre segmenti anteriori della testa molto importanti, enormemente sviluppati e dotati di grandi nervi e muscoli, mentre nel *Proteolepas*, che è parassitario e protetto, tutta la parte anteriore della testa è ridotta a un semplicissimo rudimento collegato alla base delle antenne prensili. Ora, riuscire a fare a meno — per quanto attraverso un processo graduale — di una struttura grande e complessa, resa superflua dalle abitudini parassitiche del *Proteolepas*, rappresenterà un vantaggio decisivo per ogni nuovo individuo della specie, perché nella lotta per la *vita* a cui sono esposti tutti gli animali ogni singolo *Proteolepas* avrà una migliore possibilità di sopravvivere se sprecherà meno nutrimento per sviluppare una struttura diventata inutile.

Così, ritengo, a lungo andare la selezione naturale riuscirà sempre a ridurre e a risparmiare qualsiasi parte dell'organizzazione non appena questa sarà diventata superflua, senza peraltro far sì che qualche altra parte si sviluppi parallelamente in una misura corrispondente. E, di converso, credo che la selezione naturale possa sviluppare perfettamente e in larga misura qualsiasi organo senza che sia richiesta, come necessaria compensazione, la riduzione di qualche parte contigua.

Come ha notato Isidore Geoffroy St Hilaire, sia nelle varietà sia nelle specie sembra valere una regola secondo cui, quando una parte o un organo sono ripetuti molte volte nella struttura dello stesso individuo (come le vertebre nei serpenti e gli stami nei fiori poliandri), il loro numero è variabile, mentre quando la stessa parte o organo ricorrono un numero meno elevato di volte, tale numero è costante. Lo stesso autore e alcuni botanici hanno notato, inoltre, che le parti multiple sono anche particolarmente soggette a variazioni di struttura. Nella misura in cui questa «ripetizione vegetativa», per usare l'espressione del professor Owen, sembra un segno di scarsa organizzazione, l'osservazione precedente appare collegata all'opinione, molto diffusa tra i naturalisti, secondo cui gli esseri che si trovano in basso nella scala della natura sono più variabili di quelli che si trovano in alto. Presumo che «basso», in questo caso, significhi che le diverse parti dell'organizzazione sono poco specializzate per funzioni particolari; e se la stessa parte deve eseguire diversi lavori,

possiamo forse intendere perché resta variabile, ossia perché la selezione naturale ha conservato o respinto ogni piccola deviazione di forma con minor cura di quella che usa quando la parte serve a un solo scopo particolare. Così un coltello che deve tagliare oggetti di ogni tipo può avere una forma più o meno qualsiasi, mentre un utensile destinato a qualche scopo speciale deve avere una forma particolare. Non si deve mai dimenticare che la selezione naturale può agire su ogni parte di qualsiasi essere soltanto per il suo stesso tramite e per il suo vantaggio.

Alcuni autori hanno affermato, credo con verità, che le parti rudimentali tendono a essere altamente variabili. Sull'argomento generale degli organi rudimentali o abortivi dovrò tornare in seguito, mentre qui mi limiterò soltanto ad aggiungere che la loro variabilità sembra dovuta alla loro inutilità e, dunque, al fatto che la selezione naturale non ha il potere di controllare le deviazioni che si producono nella loro struttura. Così le parti rudimentali sono lasciate al libero gioco delle diverse leggi della crescita, agli effetti del prolungato disuso e alla tendenza alla reversione.

Una parte che in una specie qualsiasi è sviluppata in misura o in modo straordinari rispetto alla stessa parte in specie affini tende a essere altamente variabile — Diversi anni fa fui colpito da un'osservazione, quasi identica a questa, pubblicata dal signor Waterhouse. Inoltre, da un'osservazione fatta dal professor Owen a proposito della lunghezza delle braccia dell'orango, deduco che anch'egli è giunto a una conclusione abbastanza simile. Provare a convincere qualcuno della verità di questa affermazione, senza offrire una lunga lista di fatti che ho raccolto e che qui non posso presentare, è un'impresa disperata. Posso solo dichiarare la mia convinzione che si tratti di una regola di grande generalità. Sono consapevole che vi possono essere molti motivi di errore in proposito, ma spero di averli tenuti in debito conto. Si tenga presente che la regola non si applica a qualsiasi parte, per quanto sviluppata in modo inconsueto, a meno che non sia sviluppata in modo inconsueto rispetto alla stessa parte in altre specie strettamente affini. Così, anche se l'ala del pipistrello è una struttura altamente anomala nella classe dei mammiferi, la regola di cui stiamo trattando non si applica in questo caso, perché c'è un intero gruppo di **pipistrelli** che hanno queste ali. Si applicherebbe soltanto se una specie di pipistrelli avesse le ali sviluppate in qualche maniera insolita rispetto ad altre specie dello stesso genere. La regola si applica con forza nel caso dei caratteri sessuali secondari, quando si presentano in una maniera inconsueta. L'espressione «caratteri sessuali secondari», utilizzata da hunter, si riferisce a caratteri che sono propri di un sesso

ma non sono direttamente connessi all'atto della riproduzione. La regola vale per i maschi e per le femmine, ma più raramente in quest'ultimo caso, poiché le femmine presentano di rado dei caratteri sessuali secondari notevoli. Che la regola si applichi così chiaramente nel caso dei caratteri sessuali secondari può essere dovuto alla grande variabilità che contraddistingue tali caratteri, che si presentino in maniera inconsueta oppure no; un fatto, quest'ultimo, di cui è difficile dubitare. Ma che la regola non si limiti ai caratteri sessuali secondari lo mostrano chiaramente i cirripedi ermafroditi. Posso aggiungere qui che, mentre stavo studiando quest'ordine, prestavo particolare attenzione all'osservazione del signor waterhouse, e sono pienamente convinto che la regola valga quasi invariabilmente nel caso dei cirripedi. In un mio lavoro futuro presenterò un elenco dei fatti più notevoli, mentre qui ne citerò soltanto uno, che illustra la regola nella sua applicazione più ampia. Le valvole opercolari dei cirripedi sessili (balani delle rocce) sono strutture molto importanti in ogni senso della parola, e differiscono assai poco anche in generi distinti. Ma in parecchie specie di un solo genere, *pyrgoma*, queste valvole presentano una straordinaria quantità di diversificazione: le valvole omologhe nelle diverse specie hanno forme a volte del tutto diverse, e la quantità di variazione nei singoli individui di alcune specie è così grande che non è esagerato dire che, per quanto riguarda i caratteri di queste importanti valvole, le varietà della stessa specie differiscono l'una dall'altra più di quanto differiscano tra di loro altre specie di generi diversi.

Poiché gli uccelli di uno stesso paese variano in misura molto piccola, ho prestato loro particolare attenzione e mi sembra che in questa classe la regola valga sicuramente. Non sono in grado di stabilire se valga anche per le piante, cosa che mi avrebbe fatto seriamente dubitare della sua verità, se non fosse che la grande variabilità che si riscontra nelle piante rende particolarmente difficile confrontare il loro grado relativo di variabilità.

Quando in qualsiasi **specie** vediamo una parte o un organo sviluppati in misura o in maniera notevoli, possiamo presumere tranquillamente che quella parte o organo debbano essere molto importanti per la specie; eppure li vediamo soggetti a notevole variazione. Perché? In base all'ipotesi per cui ogni specie è stata creata indipendentemente con tutte le sue parti così come le osserviamo ora, non vedo nessuna spiegazione possibile. Ma adottando la teoria per cui gruppi di specie sono discesi da altre specie e si sono modificati per selezione naturale, credo che possiamo gettare un po' di luce sulla questione. Negli animali domestici, se l'intero animale o una sua parte qualsiasi vengono trascurati e non si pratica alcuna selezione, quella parte (per esempio la cresta nei polli Dorking) o l'intera razza

smetteranno di avere un carattere perlopiù uniforme. Si dirà allora che la razza è degenerata. Negli organi rudimentali e in quelli che si sono solo superficialmente specializzati per qualche scopo particolare, e forse nei gruppi polimorfici, osserviamo in natura un caso in qualche modo parallelo, perché in queste situazioni la selezione naturale non ha agito o non ha potuto agire pienamente e l'organizzazione resta quindi in una condizione fluttuante. Ma quel che ci interessa di più è che, negli animali domestici, quei caratteri che oggi sono soggetti a un rapido cambiamento mediante una continua selezione sono anche soggetti al massimo grado di variazione. Se consideriamo le razze dei colombi, possiamo vedere la prodigiosa quantità di differenze che si riscontrano nel becco dei diversi capitombolanti, nel becco e nella coda dei pavoncelli ecc.; ciò è dovuto al fatto che queste sono le caratteristiche su cui si concentra principalmente l'azione degli appassionati inglesi. Anche nelle sottorazze, come nel capitombolante a muso corto, è notoriamente difficile ottenere razze perfette, e spesso nascono individui che si allontanano molto dallo standard. Si può dire veramente che c'è una lotta costante, che vede opposte da un lato la tendenza alla reversione verso uno stato meno modificato, oltre che una tendenza innata a un'ulteriore variabilità, e dall'altro la forza di una continua selezione volta a mantenere genuina la razza. Alla lunga la selezione ha la meglio e, finché si tratta soltanto di ottenere un uccello volgare come un comune capitombolante a partire da una buona stirpe a muso corto, possiamo attenderci il successo. Ma mentre la selezione procede rapidamente, dovremo sempre aspettarci molta variabilità nella struttura soggetta a modificazione. Vale la pena di notare anche che questi caratteri variabili, prodotti dalla selezione dell'uomo, per cause a noi pressoché sconosciute, talvolta attecchiscono più in un sesso che in un altro; ciò generalmente avviene nel sesso maschile, come accade con il bargiglio del colombo viaggiatore e la cresta ingrandita del gozzuto.

Passiamo ora a considerare quanto accade in natura. Quando, in una qualsiasi specie, una parte si è sviluppata in maniera straordinaria a confronto con altre specie dello stesso genere, possiamo concludere che quella parte è andata soggetta a una particolare quantità di modificazione fin dal momento in cui la specie si è distinta dal progenitore comune di quel genere. Raramente il periodo in questione sarà molto lontano, perché di rado le specie resistono per più di un periodo geologico. Una quantità straordinaria di modificazione comporta una variabilità insolitamente grande e prolungata, che è stata accumulata con continuità dalla selezione naturale per il vantaggio della specie. Ma poiché la variabilità della parte o organo che si sono sviluppati così straordinariamente è stata tanto grande e prolungata in un periodo non troppo remoto, come regola generale

possiamo aspettarci di trovare tuttora maggior variabilità in quelle parti rispetto ad altre parti dell'organizzazione, che sono restате invece pressoché costanti per un periodo molto più lungo. Ciò, ritengo, è quanto di fatto avviene. Non vedo ragione per dubitare che, nel corso del tempo, la lotta tra la selezione naturale da un lato e la tendenza alla reversione e alla variabilità dall'altro cesserà, e che gli organi sviluppati nel modo più abnorme possano diventare costanti. Così quando un organo, per quanto abnorme, è stato trasmesso più o meno nella stessa condizione a molti discendenti modificati, come nel caso dell'ala dei pipistrelli, secondo la mia teoria esso deve essere esistito quasi nello stesso stato per un periodo lunghissimo, divenendo in tal modo non più variabile di quanto lo sia qualunque altra struttura. Solo nei casi in cui la modificazione è stata relativamente recente e straordinariamente grande possiamo aspettarci di trovare ancora presente in misura elevata quella che possiamo chiamare *variabilità generativa*. In questo caso, infatti, è raro che la variabilità sia già stata fissata dalla selezione continua degli individui che variano nella maniera e nella misura richiesta, e attraverso il continuo rigetto di quelli che tendono a tornare a una condizione precedente e meno modificata.

Il principio racchiuso in queste osservazioni può essere esteso. Si sa che i caratteri specifici sono più variabili di quelli generici. Cercherò di spiegare con un semplice esempio che cosa intendo dire: se alcune specie di un grande genere di piante hanno i fiori blu e altre rossi, si tratta soltanto di un carattere specifico e nessuno si sorprenderebbe se una delle specie blu variasse in una rossa, o viceversa. Ma se tutte le specie avessero fiori blu, il colore diventerebbe un carattere generico e la sua variazione sarebbe una circostanza più insolita. Ho scelto questo esempio perché, in questo caso, non vale la spiegazione che molti naturalisti avanzerebbero, vale a dire che i caratteri specifici sono più variabili dei generici in quanto relativi a parti fisiologicamente di minore importanza rispetto a quelle usate per distinguere i generi. Credo che questa spiegazione sia in parte vera, ma solo indirettamente; dovrò tuttavia tornare su questo argomento nel capitolo dedicato alla classificazione. Sarebbe quasi superfluo addurre delle prove a sostegno dell'affermazione precedente secondo cui i caratteri specifici sono più variabili di quelli generici; ma nelle opere di storia naturale ho notato ripetutamente che, quando un autore osserva con sorpresa che qualche organo o parte *importante*, generalmente molto costante in grandi gruppi di specie, presenta delle notevoli *differenze* in specie strettamente affini, esso è anche *variabile* negli individui di qualcuna delle stesse specie. E questo fatto mostra che quando un carattere normalmente generico perde di valore e diventa soltanto specifico, spesso diventa variabile, anche se la sua

importanza fisiologica può rimanere la stessa. Qualcosa del genere vale per le mostruosità: Isidore Geoffroy St Hilaire, quantomeno, sembra non avere dubbi nel ritenere che quanto più un organo differisce normalmente nelle diverse specie dello stesso gruppo, tanto più sarà soggetto ad anomalie individuali.

Secondo la concezione comune per cui ogni specie è stata creata indipendentemente, perché mai una parte della sua struttura che differisce dalla stessa parte di altre specie dello stesso genere, create indipendentemente, dovrebbe essere più variabile delle parti che si mantengono strettamente simili nelle diverse specie? Non vedo quale spiegazione si potrebbe dare. D'altro canto, secondo la concezione per cui le specie sono soltanto varietà ben marcate e stabili, potremmo aspettarci che esse continuino spesso a variare in quelle parti della loro struttura che sono variate in tempi relativamente recenti, e che si sono perciò differenziate. O, per dirla in un altro modo: i **caratteri** per cui tutte le specie di un genere si somigliano, e per cui differiscono dalle specie di qualche altro genere, sono chiamati caratteri generici; io attribuisco questi caratteri comuni all'eredità di un comune progenitore, perché deve essere accaduto raramente che la selezione naturale abbia modificato diverse specie, adattate ad abitudini più o meno significativamente diverse, nella stessa identica maniera. E poiché i caratteri cosiddetti generici sono stati ereditati in un'epoca remota, quando cioè la specie si è differenziata per la prima volta dal progenitore comune, e in seguito non sono variati o non si sono minimamente differenziati (oppure lo hanno fatto soltanto in una misura limitata), non è probabile che essi varino oggi. D'altra parte, i caratteri per cui le specie differiscono dalle altre specie dello stesso genere sono chiamati caratteri specifici; e poiché questi caratteri sono variati e hanno dato luogo a differenze nel periodo in cui la specie si è differenziata dal progenitore comune, è probabile che essi siano in qualche misura tuttora variabili, o almeno più variabili di quelle parti dell'organizzazione che sono restате costanti per un periodo molto lungo.

Su questo argomento farò soltanto un altro paio di considerazioni. Credo che si concederà, senza che io debba entrare nei dettagli, che i caratteri sessuali secondari sono molto variabili. Si ammetterà anche, ritengo, che le specie dello stesso gruppo differiscono l'una dall'altra più ampiamente nei caratteri sessuali secondari che in altre parti dell'organizzazione. Se, per esempio, si confronta la quantità di differenze tra i maschi dei gallinacci, nei quali i caratteri sessuali secondari sono ben manifesti, con la quantità di differenze tra le rispettive femmine, la validità di questa tesi emergerà in modo inequivocabile. La causa dell'originaria variabilità dei caratteri sessuali secondari non è evidente, ma possiamo farci un'idea del

perché questi caratteri non siano stati resi costanti e uniformi quanto altre parti dell'organizzazione: perché i caratteri sessuali secondari si sono accumulati in forza della selezione sessuale, che è meno rigida nel suo agire rispetto alla selezione naturale, in quanto non comporta la morte ma si limita a riservare ai maschi meno favoriti una prole meno numerosa. Qualunque ne sia la causa, questa loro accentuata variabilità avrà lasciato alla selezione sessuale un maggior campo d'azione, permettendole così di dare alle specie dello stesso gruppo una quantità di differenze nei caratteri sessuali maggiore che in altre parti della loro struttura.

È un fatto degno di nota che le differenze sessuali secondarie tra i due sessi della stessa specie si mostrano generalmente in quelle stesse parti dell'organizzazione in cui le diverse specie dello stesso genere differiscono tra loro. Fornirò al riguardo due esempi, che si trovano al primo posto nella mia lista; e poiché in questi casi le differenze sono di una natura profondamente insolita, è difficile che si tratti di una relazione accidentale. La presenza di uno stesso numero di articolazioni nei tarsi è un carattere generalmente comune a grandi gruppi di coleotteri, ma negli *Engidæ*, come ha notato Westwood, questo numero è altamente variabile ed è diverso anche nei due sessi della stessa specie. Ancora, negli imenotteri scavatori la nervatura delle ali è un carattere della massima importanza, in quanto è comune a grandi gruppi, ma in certi generi essa varia da specie a specie e, similmente, nei due sessi della stessa specie. All'interno della mia teoria, questa relazione ha un chiaro significato: tutte le specie dello stesso genere sono discese dallo stesso progenitore comune, così come da un unico progenitore discendono i due sessi di una qualsiasi specie. Di conseguenza, qualunque sia la parte della struttura del progenitore comune o dei suoi primi discendenti che è diventata variabile, è molto probabile che la selezione naturale e la selezione sessuale se ne servano per adattare le diverse specie a posti diversi nell'economia della natura e, analogamente, per adattare i due sessi della stessa specie l'uno all'altro, per adattare i maschi e le femmine ad abitudini di vita diverse, o per adattare i maschi alla lotta con altri maschi per il possesso delle femmine.

In conclusione, a mio avviso, possiamo dire che i seguenti principi sono tutti strettamente collegati tra loro: la maggiore variabilità dei caratteri specifici, cioè quelli che distinguono una specie dall'altra, rispetto ai caratteri generici che le specie possiedono in comune; la frequente, estrema variabilità di una parte sviluppata in maniera straordinaria in una specie rispetto alla stessa parte nelle specie congeneri; il limitato grado di variabilità di una parte, per quanto straordinariamente sviluppata, se è comune a un intero gruppo di specie; la grande variabilità dei caratteri sessuali secondari e la grande

quantità di differenze in questi stessi caratteri tra specie strettamente affini; il fatto che le differenze sessuali secondarie e quelle specifiche ordinarie si mostrino generalmente nelle medesime parti dell'organizzazione. Tutti questi principi sono perlopiù dovuti a circostanze come le seguenti: le specie dello stesso gruppo sono discese da un unico progenitore, dal quale hanno ereditato molti caratteri in comune; le parti che di recente sono state soggette ad abbondanti variazioni avranno una tendenza a variare maggiore rispetto a quella delle parti che sono state ereditate da lungo tempo e sono rimaste invariate; la selezione naturale ha assoggettato più o meno completamente, a seconda del tempo trascorso, la tendenza alla reversione e a un'ulteriore variabilità; la selezione sessuale è meno severa della selezione ordinaria; le variazioni nelle stesse parti sono state accumulate dalla selezione naturale e da quella sessuale, e dunque sono state adattate sia ai fini dei caratteri sessuali secondari, sia ai fini ordinari dei caratteri specifici.

Specie distinte presentano variazioni analoghe e la varietà di una specie spesso assume alcuni caratteri di una specie affine, oppure subisce una reversione ai caratteri di un antico progenitore — Queste proposizioni risulteranno facilmente comprensibili considerando le razze domestiche. Le stirpi più peculiari di colombi, in paesi molto lontani, presentano delle sottovarietà con penne rovesciate sulla testa e piume sulle zampe, caratteri non posseduti dall'originario colombo selvatico; queste sono dunque variazioni analoghe in due o più razze distinte. La frequente presenza di quattordici o anche sedici piume nella coda del colombo gozzuto può essere considerata una variazione che rappresenta la struttura normale di un'altra razza, il colombo pavoncello. Penso che nessuno metterà in dubbio che tutte queste variazioni analoghe siano dovute al fatto per cui le diverse razze del colombo hanno ereditato da un progenitore comune la stessa costituzione e tendenza alla variazione, quando sono state esposte all'azione di influenze simili e sconosciute. Nel regno vegetale abbiamo un caso di variazione analoga negli steli ingranditi — o radici, come vengono comunemente chiamate — della rapa svedese e della rutabaga, piante che molti botanici considerano come varietà prodotte per coltivazione a partire da un progenitore comune: se non fosse così, si tratterebbe di un caso di variazione analoga in due cosiddette specie distinte, a cui si potrebbe aggiungere un terzo caso, cioè quello della rapa comune. Stando alla concezione diffusa per cui ogni specie sarebbe stata creata indipendentemente, dovremmo attribuire questa somiglianza negli steli ingranditi delle tre piante non alla vera causa della discendenza comune, e alla conseguente tendenza a variare in maniera analoga, ma a tre atti di creazione

separati e tuttavia strettamente collegati.

Nei colombi, però, abbiamo un altro caso, vale a dire l'apparizione occasionale, in tutte le razze, di uccelli dal colore blu ardesia con due strisce nere sulle ali, una parte posteriore bianca, una striscia alla fine della coda e le piume esterne contornate di bianco vicino alla base. Dato che tutti questi segni sono caratteristici del progenitore selvatico, credo che nessuno metterà in dubbio che si tratta di un caso di reversione e non di una nuova variazione analoga che si presenta nelle diverse razze. Possiamo arrivare tranquillamente a questa conclusione perché, come abbiamo visto, quei segni colorati hanno una forte tendenza ad apparire nella discendenza incrociata di due razze distinte e dai diversi colori; e, in questo caso, non c'è nulla nelle condizioni esterne di vita che causi il riapparire del blu ardesia, con i vari segni, oltre all'influenza della semplice azione dell'incrocio sulle leggi dell'eredità.

È senza dubbio molto sorprendente che dei caratteri riappaiano dopo essere andati perduti per molte generazioni, forse addirittura centinaia. Ma quando una razza è stata incrociata una sola volta con qualche altra razza, la prole mostra occasionalmente una tendenza alla reversione ai caratteri della razza estranea per molte generazioni (qualcuno dice per una dozzina o addirittura una ventina di generazioni). Dopo dodici generazioni, la proporzione del sangue — per usare un'espressione comune — di un qualunque antenato è solo di 1 a 2048; e tuttavia, come vediamo, si ritiene generalmente che da questa piccolissima porzione di sangue estraneo sia comunque conservata una tendenza alla reversione. In una razza che non è stata incrociata, ma in cui *entrambi* i genitori hanno perso qualche carattere posseduto dal progenitore, la tendenza, forte o debole che sia, a riprodurre il carattere perduto, come già è stato osservato e per quanto possiamo pensare il contrario, può essere trasmessa praticamente per qualsiasi numero di generazioni. Quando un carattere che si era perduto in una razza riappare dopo un grande numero di generazioni, l'ipotesi più probabile non è che la prole torni improvvisamente ad assomigliare a un antenato lontano centinaia di generazioni, ma che in ogni generazione successiva ci sia stata una tendenza a riprodurre il carattere in questione, il quale alla fine, in condizioni favorevoli e sconosciute, giunge a prevalere. Per esempio, è probabile che in ogni generazione del Colombo barbo, che in casi molto rari produce uccelli blu con strisce nere, ci sia una tendenza ad assumere un piumaggio di questo colore. Quest'idea è una semplice ipotesi, ma potrebbe essere sostenuta da alcuni fatti; e non vedo più improbabilità teorica nel fatto che una tendenza a produrre un qualsiasi carattere venga trasmessa per eredità attraverso un numero senza fine di generazioni, di quanta ne vedo nel fatto che, come tutti

sappiamo, degli organi inutili o rudimentali sono ereditati in modo simile. In effetti, a volte osserviamo una semplice tendenza a produrre un rudimento ereditato: per esempio, nella comune bocca di leone (*Antirrhinum*), il rudimento di un quinto stame appare così spesso che questa pianta deve aver ereditato una tendenza a produrlo.

Poiché, secondo la mia teoria, si suppone che tutte le specie dello stesso genere siano discese da un progenitore comune, ci si può aspettare che esse varino occasionalmente in una maniera analoga, cosicché la varietà di una specie verrà ad assomigliare per alcuni dei suoi caratteri a un'altra specie (essendo quest'ultima, nella mia concezione, soltanto una varietà ben marcata e permanente). Ma i caratteri ottenuti in questo modo saranno probabilmente poco importanti, perché tutti i caratteri importanti saranno governati dalla selezione naturale in conformità alle diverse abitudini della specie, e non saranno lasciati all'azione reciproca delle condizioni di vita e di una analoga costituzione ereditata. Ci si può aspettare, inoltre, che le specie dello stesso genere mostrino occasionalmente una reversione verso caratteri ancestrali perduti. Poiché, tuttavia, non conosciamo il carattere preciso dell'antenato comune di un gruppo, non saremo in grado di distinguere questi due casi: per esempio, se avessimo ignorato che il colombo selvatico non possedeva le zampe piumate o le piume rovesciate sulla nuca, non avremmo potuto stabilire se questi caratteri nelle nostre razze domestiche fossero reversioni o soltanto variazioni analoghe; ma avremmo forse potuto inferire che il colore blu è un caso di reversione basandoci sul numero dei segni che sono correlati a questo colore e che, probabilmente, non sarebbero apparsi tutti insieme per semplice variazione. Più in particolare, avremmo potuto dedurre questa stessa cosa dal fatto che il colore blu e questi segni appaiono spesso quando vengono incrociate razze distinte di diversi colori. Dunque, anche se in natura rimane generalmente dubbio quali casi siano reversioni verso un carattere preesistente e quali siano variazioni nuove ma analoghe, tuttavia, secondo la mia teoria, dovremmo talora riscontrare che la discendenza soggetta a variazione di una specie assume (per reversione o per variazione analoga) caratteri che già si osservano in altri membri dello stesso gruppo. Ed è senza dubbio così in natura.

Una parte considerevole della difficoltà nel riconoscere una specie variabile nelle nostre opere sistematiche dipende dal fatto che le sue varietà imitano, per così dire, alcune altre specie dello stesso genere. Si potrebbe inoltre fornire un catalogo considerevole di forme intermedie tra altre due forme che, a loro volta, vanno classificate, in modo dubbio, come varietà oppure come specie; e ciò mostra, se non si considerano tutte queste forme come create indipendentemente, che una forma, variando, ha assunto alcuni caratteri propri dell'altra,

producendo la forma intermedia. Ma la testimonianza migliore è fornita da quelle parti o organi, di natura importante e uniforme, che talvolta variano acquisendo, in qualche misura, il carattere che la stessa parte o organo ha in una specie affine. Ho raccolto un lungo elenco di casi del genere; ma anche qui, come sopra, mi è impossibile riportarlo, con mio grande svantaggio. Posso solo ripetere che casi del genere si verificano certamente e mi sembrano assai degni di nota.

Illustrerò comunque un caso complesso e curioso, non in quanto riguarda un carattere importante, ma perché si presenta in numerose specie dello stesso genere, in parte allo stato domestico e in parte allo stato di natura. Si tratta apparentemente di un caso di reversione. Capita non di rado che l'asino presenti sulle zampe delle marcate strisce trasversali, come quelle che si trovano sulle zampe della zebra; è stato affermato che queste strisce sono più evidenti nel piccolo e, in base alle mie informazioni, credo che sia così. Si è anche affermato che la striscia sulle spalle qualche volta è doppia. Certamente la striscia sulle spalle è molto variabile per lunghezza e contorno. È stato descritto un asino bianco, ma *non* albino, che non aveva la striscia né sul dorso né sulle spalle; e qualche volta negli [asini](#) scuri queste strisce sono poco evidenti o mancano del tutto. Si dice che qualche esemplare del koulán di Pallas sia stato visto con una doppia striscia sulla spalla. L'emione ne è privo ma, come sostengono il signor [Blyth](#) e altri, a volte ne appaiono delle tracce: e il colonnello Poole mi ha informato che i piccoli di quella specie hanno generalmente delle strisce sulle gambe e qualcuna, debolmente accennata, sulle spalle. Il [quagga](#), sebbene abbia chiaramente sul corpo delle strisce simili a quelle di una zebra, non le ha sulle zampe; ma il dottor Gray ha disegnato un esemplare con delle strisce ben distinte, come quelle delle zebre, sui garretti.

Quanto ai cavalli, in Inghilterra ho registrato casi di cavalli delle razze più diverse e di *tutti* i colori con una striscia dorsale. Strisce trasversali sulle zampe non sono rare nei cavalli grigi, in quelli grigi brunastri e in un esempio di cavallo sauro; nei cavalli grigi si osserva talvolta una debole striscia sulla spalla, e ne ho visto tracce in un cavallo baio. Mio figlio ha esaminato con cura, e disegnato per me, un cavallo da tiro belga di colore grigio, che aveva una doppia striscia su ogni spalla e delle strisce sulle zampe; e un uomo di cui posso fidarmi ha esaminato per me un piccolo pony grigio del Galles con *tre* corte strisce parallele su entrambe le spalle.

Nel nordovest dell'India, nella razza dei cavalli Kattywar le strisce sono talmente comuni che — come mi informa il colonnello Poole, che l'ha esaminata per conto del governo indiano — un cavallo senza strisce non è considerato di razza pura. Il dorso è sempre striato; le

zampe generalmente lo sono ed è comune la striscia sulle spalle, qualche volta doppia o tripla; inoltre, a volte è striata anche la parte laterale del muso. Le strisce sono più visibili nei piccoli e, qualche volta, spariscono nei cavalli vecchi. Il colonnello Poole ha visto dei cavalli Kattywar, sia grigi che bai, che erano striati al momento della nascita. Sulla base delle informazioni fornitemi dal signor W.W. Edwards ho inoltre ragione di sospettare che nel cavallo da corsa inglese la striscia dorsale sia molto più comune nel piccolo che nell'animale adulto. Senza entrare in ulteriori dettagli, posso affermare di aver raccolto casi di strisce sulle zampe e sulle spalle in cavalli di razze molto differenti provenienti da paesi diversi, dalla Gran Bretagna alla Cina orientale, e dalla Norvegia a nord all'arcipelago malese a sud. In tutte le parti del mondo le strisce si trovano molto più spesso nei cavalli bai e in quelli grigi brunastri; con il termine baio si comprende una vasta gamma di colori, che vanno da un marrone nerastro a una tonalità che si avvicina molto al color crema.

So che il colonnello Hamilton [Smith](#), che ha scritto sull'argomento, ritiene che le diverse razze di cavalli siano discese da diverse specie originarie, una delle quali, quello baio, aveva le strisce, ed è convinto che le caratteristiche descritte sopra siano tutte dovute ad antichi incroci con il ceppo grigio. Ma questa teoria non mi convince per nulla, e sarei riluttante ad applicarla a razze tanto diverse come il pesante cavallo da tiro belga, i pony del Galles, i cavalli di piccola corporatura, la slanciata razza Kattywar ecc., che abitano le parti più disperate del mondo.

Consideriamo ora gli effetti dell'incrocio tra specie diverse del genere dei cavalli. Rollin afferma che il [mulo](#) nato dall'asino e dalla cavalla ha una tendenza ad avere le strisce sulle zampe. Una volta ho visto un mulo con così tante strisce sulle zampe che si sarebbe potuto pensare che fosse nato da una zebra; e anche il signor W.C. [Martin](#), nel suo eccellente trattato sul cavallo, ha raffigurato un mulo del genere. Ho visto in quattro disegni a colori, raffiguranti degli ibridi tra l'asino e la zebra, che le zampe erano molto più chiaramente striate del resto del corpo, e un esemplare aveva una doppia striscia sulla spalla. Nel famoso ibrido di Lord Moreton ottenuto dall'incrocio tra una cavalla saura e un [quagga](#), l'ibrido e anche la discendenza pura prodotta successivamente dalla stessa cavalla e da uno stallone nero d'Arabia avevano le zampe ben striate, addirittura più del [quagga](#) di razza pura. Infine — e questo è un altro caso degno di particolare nota — il dottor J.E. Gray (che mi fa sapere di essere a conoscenza di un secondo caso) ha raffigurato un ibrido derivato dall'incrocio dell'asino e dell'[emione](#), e questo ibrido, sebbene l'asino abbia raramente le strisce sulle zampe e l'emione non le abbia mai (così come non ha la

striscia sulla spalla), aveva nondimeno tutte e quattro le zampe striate e tre corte strisce sulle spalle, come quelle del pony grigio del Galles, e presentava addirittura alcune strisce simili a quelle della zebra sui lati del muso. Circa quest'ultimo fatto, sono talmente convinto che neppure una striscia di colore possa apparire per quello che comunemente chiamiamo caso, che il solo presentarsi delle strisce sul muso in questo ibrido dell'asino e dell'emione mi ha indotto a chiedere al colonnello [Poole](#) se queste strisce del muso si presentassero mai nella razza — tipicamente striata — dei cavalli Kattywar, ottenendo la risposta affermativa che abbiamo già visto.

Che conclusione possiamo dunque trarre da questi diversi fatti? Vediamo che, per semplice variazione, diverse specie del genere dei cavalli acquisiscono le strisce sulle zampe come una zebra, o le strisce sulle spalle come un asino. Nel caso del cavallo, vediamo che questa tendenza emerge con forza tutte le volte che si presenta una tonalità grigia, tonalità che si avvicina alla colorazione delle altre specie dello stesso genere. L'apparizione delle strisce non è accompagnata da alcun cambiamento di forma né da qualche altro nuovo carattere. Possiamo vedere che questa tendenza ad acquisire strisce si mostra più marcatamente negli ibridi ottenuti dall'incrocio delle specie più distinte. Si consideri ora il caso delle diverse razze dei colombi: esse sono discese da un Colombo (comprese due o tre sottospecie o razze geografiche) di un colore bluastrò, con certe strisce e altri segni; e quando una razza qualsiasi assume, per semplice variazione, una tonalità bluastra, riappaiono invariabilmente anche quelle strisce e gli altri segni, ma senza che ci sia alcun altro cambiamento di forma o di carattere. Quando si incrociano le razze più antiche e pure di vari colori, osserviamo negli ibridi una forte tendenza alla comparsa di una tonalità bluastra, di strisce e segni. Ho affermato che l'ipotesi più probabile per spiegare la ricomparsa di caratteri molto antichi è che c'è una *tendenza* nei giovani di ogni generazione successiva a produrre i caratteri perduti da molto tempo, e che questa tendenza, per cause sconosciute, qualche volta prevale. Abbiamo appena visto che in diverse specie del genere dei cavalli le strisce sono più evidenti o appaiono più comunemente nei giovani che nei vecchi. Se chiamiamo specie le razze dei colombi, alcune delle quali si sono riprodotte fedelmente per diversi secoli, si vedrà quanto è esatto il parallelismo con il caso delle specie del genere dei cavalli! Per quanto mi riguarda, oso senz'altro volgere indietro lo sguardo per migliaia e migliaia di generazioni, e vedo così un animale striato come una zebra, ma con una corporatura forse assai diversa: era il progenitore comune del nostro cavallo domestico (disceso da uno o più ceppi selvatici), dell'asino, dell'emione, del [quagga](#) e della zebra.

Chi crede che ogni specie equina sia stata creata indipendentemente

affermerà, presumo, che ogni specie è stata creata con una particolare tendenza, tanto allo stato di natura quanto allo stato domestico, a variare in modo tale da acquisire delle strisce simili a quelle di altre specie del genere, e che ognuna di esse è stata creata con una forte tendenza a produrre, se incrociata con specie che abitano lontane parti del mondo, ibridi che nella striatura non somigliano ai loro diretti genitori, bensì ad altre specie dello stesso genere. Ammettere questa concezione mi sembra equivalga a rifiutare una causa reale a favore di una causa irrealistica o quantomeno sconosciuta. Tale concezione fa delle opere di Dio una semplice imitazione o un inganno; tanto varrebbe, allora, credere ai vecchi e ignoranti autori delle cosmogonie secondo le quali le conchiglie fossili non appartenerebbero ad animali realmente esistiti, ma sarebbero state create nella pietra per imitare le conchiglie che ora vivono lungo le coste del mare.

Riassunto — La nostra ignoranza delle leggi della variazione è profonda. Neppure in un caso su cento possiamo presumere di conoscere la ragione per cui questa o quella parte differisce, più o meno marcatamente, dalla stessa parte nei progenitori. Ma tutte le volte che abbiamo i mezzi per stabilire dei confronti, constatiamo che nella produzione delle piccole differenze tra le varietà della stessa specie sembrano aver agito le medesime leggi che producono le più grandi differenze tra le specie dello stesso genere. Le condizioni esterne di vita, come il clima, il cibo ecc., Sembrano aver indotto qualche leggera modificazione. L'abitudine nel produrre differenze di costituzione, l'uso nel rafforzare gli organi e il disuso nell'indebolirli e ridurli, sembrano aver prodotto effetti considerevoli. Le parti omologhe tendono a variare nello stesso modo e ad aderire. Le modificazioni nelle parti dure e nelle parti esterne influiscono talvolta sulle parti molli e su quelle interne. Quando una parte viene sviluppata molto, tende forse a sottrarre nutrimento alle parti contigue; e ogni parte della struttura su cui è possibile risparmiare senza detrimento per l'individuo sarà oggetto di risparmio. I cambiamenti di struttura che si verificano in tenera età influenzeranno generalmente le parti che si sviluppano dopo; e ci sono molte altre correlazioni della crescita la cui natura sfugge ancora totalmente alla nostra comprensione. Le parti multiple sono variabili nel numero e nella struttura, forse perché queste stesse parti non si sono strettamente specializzate per una funzione particolare, così che le loro modificazioni non sono state sottoposte al rigido controllo della selezione naturale. Per questa stessa causa, probabilmente, gli esseri organici che occupano le posizioni inferiori nella scala della natura sono più variabili di quelli che si trovano in alto e la cui organizzazione complessiva è più specializzata. Gli organi rudimentali,

in quanto inutili, saranno trascurati dalla selezione naturale e dunque saranno probabilmente variabili. I caratteri specifici — cioè i caratteri che si sono diversificati quando le specie dello stesso genere si sono diramate a partire da un progenitore comune — sono più variabili dei caratteri generici, cioè di quelli che sono stati ereditati per lungo tempo senza subire modificazioni. In queste osservazioni abbiamo fatto riferimento a parti o organi speciali che possiamo chiaramente considerare tuttora variabili, in quanto sono variati e hanno dato luogo a differenze in tempi recenti; ma abbiamo anche visto, nel secondo capitolo, che lo stesso principio vale per l'individuo nel suo complesso, perché in una regione in cui si trovano molte specie di qualsiasi genere — cioè dove in passato c'è stata molta variazione e differenziazione, o dove la fabbrica di nuove forme specifiche è stata particolarmente attiva — troviamo oggi, in media, un maggior numero di varietà o specie incipienti. I caratteri sessuali secondari sono altamente variabili e differiscono molto nelle specie dello stesso gruppo. La variabilità nelle stesse parti dell'organizzazione è stata generalmente sfruttata per sviluppare differenze sessuali secondarie nei sessi della stessa specie e differenze specifiche nelle diverse specie dello stesso genere. Qualsiasi parte o organo, che si è sviluppato in misura straordinaria o in maniera abnorme a confronto con la stessa parte o organo nelle specie affini, deve aver subito una quantità straordinaria di modificazioni da quando è sorto il genere; possiamo perciò comprendere perché spesso sia ancora molto più variabile delle altre parti: la variazione è infatti un processo prolungato e lento, e in casi del genere la selezione non avrà ancora avuto il tempo di soprafare la tendenza a un'ulteriore variabilità e alla reversione verso una condizione meno modificata. Ma quando una specie, con un qualsiasi organo straordinariamente sviluppato, è diventata progenitrice di molti discendenti modificati — un processo a mio avviso assai lento, che richiede un lungo periodo di tempo —, può facilmente capitare che la selezione naturale sia riuscita a conferire un carattere stabile a tale organo, per quanto sviluppatosi in maniera straordinaria. Le specie che ereditano da un progenitore comune una costituzione pressoché identica e sono esposte a influenze simili, tenderanno naturalmente a presentare delle variazioni analoghe; e queste stesse specie possono occasionalmente dare luogo a una reversione verso alcuni caratteri dei loro antichi progenitori. Anche se la reversione e la variazione analoga non permettono l'insorgere di modificazioni nuove e importanti, esse contribuiranno comunque alla stupenda e armoniosa diversità della natura.

Qualunque sia la causa di ogni piccola differenza nella discendenza rispetto ai progenitori — e deve esserci una causa per ognuna di esse —, è l'accumulazione costante, mediante la selezione naturale, di tali

differenze, quando siano vantaggiose per l'individuo, a dare origine a tutte le più importanti modificazioni di struttura che mettono in grado gli innumerevoli esseri viventi di lottare tra loro e consentono ai meglio adattati di sopravvivere.

¹Topinambur. [N. d.T.]

CAPITOLO VI

DIFFICOLTÀ DELLA TEORIA

Difficoltà della teoria della discendenza con modificazione — Forme di transizione — Assenza o rarità delle varietà di transizione — Transizioni nelle abitudini di vita — Abitudini diversificate nella stessa specie — Specie con abitudini molto diverse da quelle delle specie affini — Organi dalla perfezione estrema — Mezzi di transizione — Casi di difficoltà — Natura non facit saltum — Organi poco importanti — Organi non sempre assolutamente perfetti — La legge dell'unità di tipo e delle condizioni di esistenza come compresa nella teoria della selezione naturale

Ben prima di arrivare a questo punto del mio lavoro, una folla di difficoltà si saranno presentate alla mente del lettore. Alcune sono così serie che ancora oggi, quando vi rifletto, non posso fare a meno di provare sconcerto; tuttavia, per quanto posso giudicare, la maggior parte di esse sono soltanto apparenti, e quelle reali non credo siano fatali alla mia teoria.

Le difficoltà e le obiezioni possono essere raggruppate nei seguenti punti:

I. Se le specie sono discese da altre specie attraverso gradazioni impercettibili, perché non vediamo ovunque un numero senza fine di forme di transizione? Perché la natura non si trova in uno stato di confusione, e le specie che vediamo sono invece ben definite?

II. È possibile che un animale che ha, per esempio, la struttura e le abitudini di un pipistrello, si sia formato dalla modificazione di un animale con abitudini del tutto diverse? Possiamo credere che la selezione naturale possa produrre, da un lato, organi d'importanza minima come la coda di una [giraffa](#), che serve da scacciamosche, e dall'altro organi dalla struttura straordinaria come l'occhio, di cui ancora non comprendiamo appieno l'inimitabile perfezione?

III. È possibile che gli istinti vengano acquisiti e modificati mediante la selezione naturale? Che cosa potremo dire a proposito di un istinto straordinario come quello che guida l'ape a realizzare le sue cellette, che ha praticamente anticipato le scoperte dei più grandi matematici?

IV. Come possiamo spiegare il motivo per cui le specie, quando si incrociano, sono sterili o producono una discendenza sterile, mentre quando si incrociano le varietà la loro fecondità resta inalterata?

I due primi punti saranno discussi qui, mentre dedicheremo a istinto

e ibridismo due capitoli a parte.

Sull'Assenza O Rarità Delle Varietà Di Transizione — Poiché la selezione naturale agisce soltanto mediante la conservazione delle modificazioni vantaggiose, in un paese completamente abitato ogni nuova forma tenderà a prendere il posto dei suoi progenitori meno perfezionati o di altre forme meno favorite con cui entra in competizione e, infine, cercherà di sterminarle. Così l'estinzione e la selezione naturale, come abbiamo visto, vanno di pari passo. Dunque, se consideriamo ogni specie come derivata da qualche altra forma sconosciuta, in genere tanto il progenitore quanto le varietà intermedie saranno state sterminate dallo stesso processo di formazione e perfezionamento della nuova forma.

Ma poiché secondo questa teoria devono essere esistite innumerevoli forme di transizione, come mai non le troviamo sepolte nella crosta terrestre in un numero pressoché infinito? Sarà molto meglio trattare la questione nel capitolo sull'imperfezione della documentazione fossile; per ora, mi limiterò soltanto ad affermare che, a mio giudizio, tale documentazione è incomparabilmente meno completa di quanto si suppone di solito. L'imperfezione è dovuta principalmente al fatto che gli esseri organici non vivono nelle profondità del mare, e i loro resti vengono sepolti e conservati per un'epoca futura solo quando si trovano in masse di sedimenti abbastanza spesse e diffuse da resistere a un enorme livello di degrado; le masse fossilifere di questo tipo possono accumularsi soltanto nei casi in cui una grande quantità di sedimenti si deposita a basse profondità sul fondo del mare mentre esso è soggetto a una lenta subsidenza. Queste circostanze contingenti si verificheranno solo raramente e a intervalli lunghissimi. Quando il fondo del mare è stazionario oppure sale, o quando si depositano pochi sedimenti, ci saranno delle lacune nella nostra storia geologica. La crosta della terra è un grande museo, ma le collezioni naturali sono state realizzate a intervalli di tempo immensamente lunghi.

Si potrebbe tuttavia sostenere che nei casi in cui diverse specie strettamente affini abitano lo stesso territorio, dovremmo senz'altro trovare oggi stesso la presenza di numerose forme di transizione. Consideriamo un caso semplice: in genere, nel viaggiare da nord a sud attraverso un continente, ci imbattiamo, a intervalli successivi, in specie strettamente affini o tipiche, che evidentemente occupano all'incirca lo stesso posto nell'economia naturale del territorio. Spesso queste specie tipiche s'incontrano e si fondono e, mentre una diventa sempre più rara, l'altra diventa sempre più frequente, finché sostituisce la prima. Ma se confrontiamo queste specie là dove si

mescolano, in generale risultano assolutamente distinte l'una dall'altra in ogni dettaglio della loro struttura, al pari degli esemplari che vivono nelle loro rispettive madrepatrie. Secondo la mia teoria, queste specie affini sono discese da un progenitore comune e, durante il processo di modificazione, ognuna si è adattata alle condizioni di vita della sua regione e ha soppiantato e sterminato il suo progenitore originario e tutte le varietà di transizione tra la sua condizione passata e quella attuale. Non dobbiamo dunque aspettarci di incontrare oggi in ogni regione numerose varietà di transizione, anche se tali varietà devono essere esistite ed è possibile trovarle conservate in uno stato fossile. Ma dato che la regione intermedia presenta condizioni di vita intermedie, perché non vi troviamo ora quelle varietà intermedie che dovrebbero costituire uno stretto collegamento con altre forme? Questa difficoltà mi ha lasciato a lungo perplesso, ma credo che si possa in larga parte spiegare.

In primo luogo, dovremmo essere estremamente prudenti nell'inferire che, poiché un'area è oggi continua, deve essere stata tale per un lungo periodo. La geologia ci porta a credere che quasi tutti i continenti dovevano essere divisi in isole ancora durante le ultime epoche del terziario; ed è possibile che in tali isole si siano formate separatamente delle specie distinte senza che esistessero varietà intermedie nelle zone intermedie. Per i cambiamenti intervenuti nella forma della terra e nel clima, spesso aree marine ora continue devono essersi trovate in una condizione assai meno continua e uniforme di quella attuale. Ma non insisterò oltre su questo modo di aggirare la difficoltà, poiché sono convinto che molte specie perfettamente definite si sono formate in aree strettamente continue; tuttavia non dubito che la condizione un tempo frammentata di aree ora continue deve aver svolto una parte importante nella formazione di nuove specie, soprattutto nel caso di animali capaci di spostarsi e incrociarsi liberamente.

Se consideriamo le specie ora distribuite in una vasta area, generalmente le troviamo piuttosto numerose su un'ampia parte del territorio, poi vediamo che diventano d'improvviso sempre più rare nei pressi dei confini, e infine spariscono. Ne consegue che il territorio neutrale tra due specie tipiche è generalmente ristretto in confronto al territorio proprio di ciascuna di esse. Questo stesso fatto può essere osservato risalendo le montagne, e talvolta rimaniamo stupiti di fronte alla rapidità con cui sparisce una comune specie alpina, come ha osservato Alphonse de Candolle. Questo stesso fatto è stato esaminato da Forbes scandagliando le profondità del mare con la draga. Chi considera il clima e le condizioni fisiche di vita come elementi decisivi per la distribuzione dovrebbe sorprendersi di fronte a questi fatti, dato che il clima, l'altitudine e la profondità cambiano per gradi,

impercettibilmente. Ma se teniamo presente che in effetti tutte le specie, anche nella loro madrepatria, aumenterebbero enormemente di numero se non fosse per le altre specie con cui devono competere; che quasi tutte sono predatrici o prede di altre; in breve, che ogni essere organico è direttamente o indirettamente collegato, in maniera assai rilevante, ad altri esseri organici, allora ci rendiamo conto che la diffusione degli abitanti di qualsiasi paese non dipende esclusivamente dalle mutevoli condizioni di vita, ma in larga parte dalla presenza di altre specie da cui essi dipendono, e da cui sono distrutti o con cui entrano in competizione. E poiché queste specie sono ben definite (comunque lo siano diventate), e non si mescolano l'una con l'altra per gradi impercettibili, la diffusione di ogni specie, dipendendo dalla diffusione delle altre, tenderà a essere nettamente definita. Inoltre, sul confine della propria area di diffusione, dove esiste in numero ridotto, ogni specie sarà particolarmente soggetta a una completa distruzione in concomitanza con le variazioni di numero dei suoi nemici o delle sue prede, o anche delle stagioni; dal che consegue che la sua area di diffusione geografica sarà definita in modo ancora più netto.

Se è corretta la mia idea secondo cui le specie affini o tipiche, quando abitano un'area continua, sono generalmente distribuite in modo che ognuna ne occupa una vasta estensione, con un terreno neutrale che le divide comparativamente piccolo, dove diventano rapidamente sempre più rare, allora, poiché le varietà non differiscono essenzialmente dalle specie, la stessa regola si applicherà probabilmente a entrambe. E se immaginiamo di adattare una specie variabile a un'area molto estesa, dovremo adattare due varietà a due vaste aree e una terza a una zona intermedia ristretta. La varietà intermedia sarà dunque numericamente esigua, perché abita un'area ristretta e più piccola; e, per quanto posso capire, la stessa regola vale concretamente per le varietà allo stato di natura. Mi sono imbattuto in notevoli applicazioni di questa regola nel caso delle varietà intermedie tra varietà ben marcate del genere *Balanus*. E, stando alle informazioni che mi sono state fornite dal signor Watson, dal dottor Asa Gray e dal signor Wollaston, sembra che generalmente, quando esistono varietà intermedie tra due altre forme, esse siano assai più rare per numero delle forme che collegano. Ora, se possiamo fidarci di fatti e deduzioni come queste, e quindi concludiamo che le varietà che collegano insieme due altre varietà sono esistite generalmente in numero minore rispetto alle forme che collegano, credo che possiamo comprendere perché le varietà intermedie non resistano per lunghi periodi e perché, come regola generale, saranno sterminate e spariranno prima delle forme che originariamente collegavano.

Infatti, come si è già notato, una forma che esiste in numeri ridotti avrà una maggiore probabilità di essere sterminata rispetto a una

forma che esiste in grandi numeri; e, in questo caso particolare, la forma intermedia sarà specialmente esposta alle incursioni delle forme strettamente affini che esistono ai suoi due lati. Ma una considerazione assai più importante è che, nel processo di ulteriore modificazione con cui — secondo la mia teoria — si suppone che due varietà si trasformino e perfezionino in due specie distinte, le due varietà che sono più numerose, perché abitano aree più vaste, avranno un grande vantaggio sulla varietà intermedia, che esiste in numeri più piccoli in una zona ristretta e intermedia. Le forme che esistono in grandi numeri, infatti, avranno sempre una maggiore possibilità di presentare, in un periodo dato, ulteriori variazioni favorevoli su cui la selezione naturale potrà agire rispetto alle forme più rare, che esistono in numeri minori. Dunque, nella lotta per la [vita](#), le forme più comuni tenderanno a soppiantare le forme meno comuni, perché queste ultime si modificheranno e si perfezioneranno più lentamente. È lo stesso principio che spiega perché le specie comuni in ciascun paese, come si è mostrato nel secondo capitolo, presentano in media un numero di varietà ben marcate maggiore rispetto alle specie più rare. Posso illustrare il mio pensiero supponendo che si allevino tre varietà di pecore: una adatta a un'ampia regione montuosa, una seconda adatta a una zona collinare relativamente ristretta e una terza adatta alle vaste pianure che si trovano alla base delle altre due zone, e che gli abitanti siano tutti impegnati, con pari determinazione e abilità, a cercare di migliorare le loro razze attraverso la selezione. In questo caso gli allevatori delle zone di montagna e quelli delle pianure avranno possibilità di successo molto maggiori nel migliorare le loro razze rispetto ai piccoli allevatori della ristretta zona collinare intermedia. E, di conseguenza, la razza migliorata di montagna oppure quella di pianura prenderanno presto il posto della razza meno perfezionata di collina; e così le due razze, che originariamente esistevano in grandi numeri, entreranno in contatto diretto tra loro, senza la frapposizione dell'ormai soppiantata varietà intermedia di collina.

Per riassumere il discorso, credo che le specie pervengano a essere oggetti sufficientemente ben definiti da non presentare in ogni dato periodo un caos inestricabile di collegamenti variabili e intermedi, perché, in primo luogo, le nuove varietà si formano in lunghi periodi di tempo, essendo la variazione un processo molto lento, e la selezione naturale non può fare nulla finché non si presentano variazioni favorevoli, e finché nell'economia naturale di quel paese non vi sia un posto che possa essere meglio occupato in seguito a qualche modificazione di uno o più dei suoi abitanti. Questi nuovi posti dipenderanno da lenti cambiamenti del clima o dall'occasionale immigrazione di nuovi abitanti e, probabilmente, in misura ancora

maggiore, dal fatto che alcuni degli antichi abitanti si sono lentamente modificati attraverso le interazioni tra le nuove forme così prodotte e quelle vecchie. Di conseguenza, in ogni regione e in ogni dato tempo, dovremmo aspettarci di vedere soltanto poche specie che presentano lievi modificazioni di struttura in qualche misura permanenti; e, di fatto, questo è ciò che effettivamente osserviamo.

In secondo luogo, spesso le aree che oggi sono continue devono essere state, in tempi recenti, porzioni di terreno isolate, nelle quali molte forme — soprattutto tra le classi che si accoppiano per ogni nuova nascita e si spostano molto — possono essersi distinte in misura sufficiente da poter essere classificate come specie tipiche. In questo caso le varietà intermedie tra le diverse specie tipiche e il loro progenitore comune devono essersi prima esistite in ogni porzione isolata di territorio; successivamente, però, queste forme di collegamento devono essere state soppiantate e sterminate durante il processo di selezione naturale, così che oggi non esistono più allo stato vivente.

In terzo luogo, quando due o più varietà si sono formate in porzioni diverse di un'area strettamente continua, è probabile che dapprima alcune varietà intermedie si siano formate nelle zone intermedie, ma in genere avranno avuto una breve durata. Infatti queste varietà intermedie, per le ragioni già individuate (cioè in base a quanto sappiamo circa la distribuzione effettiva delle specie strettamente affini o tipiche, come pure delle varietà conosciute), esisteranno nelle zone intermedie in numeri più piccoli rispetto alle varietà che tendono a collegare. Anche soltanto per questa causa le varietà intermedie saranno soggette a una distruzione accidentale e, durante il processo di ulteriore modificazione per selezione naturale, saranno quasi certamente sconfitte e soppiantate dalle forme che connettono; ciò perché queste ultime, essendo più numerose, presenteranno complessivamente più variazioni e, pertanto, potranno migliorare ulteriormente grazie alla selezione naturale e ottenere maggiori vantaggi.

Infine, se non consideriamo un'epoca particolare ma tutte le epoche insieme, e se la mia teoria è valida, devono senza dubbio essere esistite infinite varietà intermedie che hanno collegato tra loro nel modo più stretto tutte le specie del medesimo gruppo; ma il processo stesso della selezione naturale, come abbiamo spesso sottolineato, tende a sterminare le forme progenitrici e gli anelli intermedi. Di conseguenza, le testimonianze della loro antica esistenza si potranno trovare soltanto tra i resti fossili che, come cercheremo di mostrare in un prossimo capitolo, sono conservati in una documentazione estremamente imperfetta e discontinua.

Sull'origine e le transizioni degli esseri organici con abitudini e strutture particolari — Chi è contrario a opinioni come quelle che sostengo, ha posto la questione se, per esempio, un animale carnivoro terrestre si possa convertire in un animale con abitudini acquatiche: come potrebbe, infatti, un tale animale sopravvivere nel suo stadio di transizione? sarebbe facile mostrare che esistono, nello stesso gruppo, animali carnivori e forme che presentano ogni gradazione intermedia tra le abitudini genuinamente acquatiche e quelle strettamente terrestri; e poiché ognuna di queste gradazioni esiste a causa della lotta per la [vita](#), è chiaro che ciascuna di esse, con le sue abitudini, deve essere ben adatta al posto che occupa in natura. Si consideri il [visone mustela](#) del nord america, che ha i piedi palmati e che somiglia alla [lontra](#) per la pelliccia, le zampe corte e la forma della coda. Durante l'estate questo animale si immerge e dà la caccia ai pesci, ma nel lungo inverno abbandona le acque gelate e, come altre puzzole, dà la caccia ai topi e agli animali terrestri. Se avessimo preso un altro caso e ci fossimo chiesti come un quadrupede insettivoro si sia mai potuto convertire in un pipistrello volante, la domanda sarebbe stata molto più difficile e non sarei stato in grado di dare una risposta. Credo, tuttavia, che le difficoltà di questo tipo abbiano un peso molto limitato.

Qui come in altre occasioni mi è di grande svantaggio il fatto che, a fronte dei molti casi evidenti che ho raccolto, posso presentare solo un esempio o due di abitudini e strutture di transizione in specie strettamente affini dello stesso genere, come pure di abitudini diversificate in modo costante o occasionale nella stessa specie. E mi sembra che, per attenuare le difficoltà poste da casi particolari come quello del pipistrello, sarebbe invece necessario presentare un lungo elenco di casi del genere.

Si consideri la famiglia degli [scoiattoli](#). Qui abbiamo la più perfetta gradazione dagli animali con la coda appena appiattita e da altri, come ha notato Sir J. [Richardson](#), con la parte posteriore del corpo piuttosto larga e la pelle sui fianchi abbondante, fino ai cosiddetti scoiattoli volanti; gli scoiattoli volanti hanno gli arti, e perfino la base della coda, uniti in un'ampia espansione della pelle che serve come paracadute e permette loro di planare nell'aria a una sorprendente distanza da un albero all'altro. Non si può dubitare che ogni struttura sia utile a ciascun tipo particolare di scoiattolo nel suo specifico paese, consentendogli di sfuggire agli uccelli e agli animali da preda, di raccogliere il cibo più in fretta o, ancora, come vi è ragione di credere, di ridurre il pericolo di occasionali cadute. Ma da ciò non segue che la struttura di ogni particolare scoiattolo sia la migliore che si possa concepire in tutte le condizioni naturali. Supponiamo che il clima e la vegetazione cambino, che altri roditori in competizione o nuovi

animali da preda immigrino nella regione, oppure che quelli già presenti vengano a modificarsi. Allora, per analogia, saremo indotti a credere che alcuni scoiattoli diminuiranno di numero o saranno sterminati, a meno che anch'essi non si modifichino e migliorino la loro struttura in maniera corrispondente. Pertanto non vedo nessuna difficoltà, specialmente in condizioni di vita mutevoli, nella conservazione continuata di individui con membrane sui fianchi sempre più sviluppate; ogni modificazione che risulterà utile verrà propagata finché, per gli effetti cumulativi di questo processo di selezione naturale, non si produrrà uno scoiattolo volante perfetto.

Si consideri ora il *Galeopithecus* o lemure volante, che era stato un tempo erroneamente classificato tra i pipistrelli. Ha una membrana laterale estremamente ampia, che si estende dai lati della mascella fino alla coda e comprende gli arti e le dita allungate, ed è dotata inoltre di un muscolo estensore. Anche se non esistono oggi tra il *Galeopithecus* e gli altri *Lemuridae* dei collegamenti graduali di tale struttura adatta a planare nell'aria, non vedo nessuna difficoltà a supporre che tali collegamenti siano esistiti in passato, che ognuno si sia formato mediante gli stessi passaggi che vediamo negli scoiattoli volanti meno perfetti e che ogni grado di cambiamento di struttura sia stato utile a chi lo possedeva. Così pure non vedo difficoltà insormontabili nel ritenere possibile che le dita collegate da membrane e l'avambraccio del *Galeopithecus* siano stati molto allungati dalla selezione naturale; e ciò, almeno per quanto riguarda gli organi del volo, lo convertirebbe in un pipistrello. Nei [pipistrelli](#) che hanno la membrana delle ali estesa dalla cima della spalla fino alla coda, comprese le zampe posteriori, vediamo forse le tracce di un apparato costruito originariamente per planare nell'aria piuttosto che per il volo.

Se una dozzina di generi di uccelli si fossero estinti o fossero oggi sconosciuti, chi avrebbe mai osato supporre che fossero esistiti degli uccelli che usavano le loro ali solo come lembi per battere l'acqua, come l'anatra dalla testa grossa (*Micropterus* di Eyton); o come pinne nell'acqua e zampe anteriori a terra, come il pinguino; o, ancora, come vele nel caso dello struzzo, o senza scopo dal punto di vista funzionale come nell'*Apteryx*? Eppure la struttura di ognuno di questi uccelli deve essere vantaggiosa per lui nelle condizioni di [vita](#) cui è esposto, perché ognuno si trova a lottare per vivere; ma quella struttura non è necessariamente la migliore possibile in tutte le condizioni possibili. Da queste osservazioni non si deve dedurre che tutte le gradazioni nella struttura delle ali a cui si è fatto riferimento, che possono anche essere derivate tutte dal non uso, indichino i passaggi naturali con cui gli uccelli hanno acquisito la loro perfetta capacità di volare; esse, però, servono perlomeno a mostrare quali diversi mezzi di transizione

sono possibili.

Vedendo che alcuni membri di classi che vivono nell'acqua, come i *Crustacea* e i *Mollusca*, sono adatti a vivere sulla terra, e osservando che abbiamo uccelli e mammiferi volanti, insetti volanti dei tipi più diversi e, un tempo, rettili volanti, è concepibile che i pesci volanti, che planano per lunghi tratti nell'aria, alzandosi leggermente e girandosi grazie al battito delle pinne, abbiano potuto essersi modificati in animali perfettamente alati. Se ciò fosse avvenuto, chi avrebbe mai potuto immaginare che in uno stadio di transizione precedente avessero abitato l'oceano aperto usando i loro incipienti organi di volo, per quanto ne sappiamo, solo per evitare di essere divorati da altri pesci?

Quando vediamo una qualsiasi struttura altamente perfezionata per qualche abitudine particolare, come le ali di un uccello per il volo, dovremmo tenere presente che gli animali dotati dei primitivi gradi di transizione di tale struttura raramente saranno sopravvissuti fino a oggi, perché saranno stati soppiantati da altri proprio per effetto del processo di perfezionamento mediante la selezione naturale. Inoltre possiamo concludere che i gradi di transizione fra strutture adatte ad abitudini di vita molto diverse si saranno raramente sviluppati, in un periodo iniziale, in grandi numeri e in molte forme subordinate. Così, per tornare al nostro esempio immaginario del pesce volante, non sembra probabile che pesci capaci di volare veramente si siano sviluppati in tante forme subordinate per catturare varie prede in diversi modi, sulla terra e nell'acqua, finché i loro organi di volo non abbiano raggiunto uno stadio elevato di perfezione, tale da dar loro un netto vantaggio su altri animali nella battaglia per la vita. Dunque la possibilità di scoprire allo stato fossile delle specie con gradi transitori di struttura sarà sempre minore che nel caso delle specie con strutture pienamente sviluppate, perché le prime sono esistite in minor numero rispetto alle seconde.

Presenterò ora due o tre esempi di abitudini diversificate e modificate negli individui della stessa specie. Quando uno dei due casi si verifica, sarebbe facile per la selezione naturale adattare l'animale, con qualche modificazione di struttura, a tutte le sue mutate abitudini o esclusivamente a una delle sue molteplici abitudini differenti. Ma è difficile dire — e del resto per noi irrilevante — se, in generale, cambino prima le abitudini e poi la struttura, oppure se lievi modificazioni di struttura conducano a cambiamenti di abitudini; è probabile che spesso le due cose cambino quasi contemporaneamente. Tra i casi di abitudini modificate sarà sufficiente menzionare i tanti insetti della Gran Bretagna che ora si nutrono di piante esotiche o esclusivamente di sostanze artificiali. Di abitudini diversificate si

potrebbero citare innumerevoli esempi. In Sud America ho osservato spesso un pigliamosche tiranno (*Saurophagus sulphuratus*) librarsi in un punto e poi proseguire in un altro, come un gheppio, e altre volte sostare ai margini dell'acqua per poi precipitarsi su un pesce come un martin pescatore. Nel nostro paese si può vedere la *cinciallegra* maggiore (*Parus major*) arrampicarsi sui rami, quasi come un rampichino; spesso uccide dei piccoli uccelli con colpi della testa come l'averla; e molte volte l'ho vista e udita martellare i semi del tasso su un ramo, rompendoli come un picchio muratore. Nel Nord America Hearne ha visto l'orso bruno nuotare per ore con la bocca spalancata, per catturare, al pari di una balena, gli insetti nell'acqua. Anche in un caso estremo come questo, se la disponibilità d'insetti fosse costante e non ci fossero nella regione altri competitori meglio adattati, non vedrei nessuna difficoltà nel fatto che una razza di orsi venga resa per selezione naturale sempre più acquatica quanto a struttura e abitudini, con una bocca sempre più larga, fino a produrre una creatura mostruosa simile a una balena.

Poiché qualche volta vediamo individui con abitudini molto diverse da quelle proprie della loro specie e di altre specie dello stesso genere, secondo la mia teoria potremmo aspettarci che quegli individui diano talvolta origine a nuove specie con abitudini anomale e con la struttura più o meno considerevolmente modificata rispetto a quella del loro tipo. Esempi del genere si verificano effettivamente in natura. Si può immaginare un esempio di adattamento più sorprendente di quello di un *picchio* che si arrampica sugli alberi e cattura gli insetti nelle fessure della corteccia? Eppure nell'America del Nord ci sono picchi che si nutrono abitualmente di frutti e altri con le ali allungate che danno la caccia agli insetti volando; e nelle pianure di La Plata, dove non cresce neppure un albero, c'è un picchio che, in ogni parte essenziale della sua organizzazione — perfino nel colore, nel tono aspro della voce e nel volo ondeggiante — rivela chiaramente la stretta parentela con la nostra specie comune; eppure questo picchio non si arrampica mai su un albero!

Le *procellarie* sono tra gli uccelli più aerei e oceanici; eppure, nelle tranquille insenature della Terra del Fuoco, la *Puffinuria berardi*, a causa delle sue abitudini generali, della sua straordinaria capacità di tuffarsi, del suo modo di nuotare e di volare quando è costretto a spiccare il volo, potrebbe essere scambiata da chiunque per un'alca o uno *svasso*; nondimeno essa è essenzialmente una procellaria, ma con diverse parti della sua organizzazione profondamente modificate. D'altra parte, anche l'osservatore più perspicace, esaminando il corpo morto del *merlo acquaiolo*, non sospetterebbe mai le sue abitudini subacquee; eppure questo membro anomalo della famiglia strettamente terrestre dei tordi si nutre esclusivamente tuffandosi,

aggrappandosi ai sassi con le zampe e usando le ali sott'acqua.

Chi crede che ogni essere sia stato creato come lo vediamo ora, deve essersi meravigliato almeno qualche volta imbattendosi in un animale le cui abitudini e la cui struttura non vanno affatto d'accordo. Che cosa può esserci di più evidente del fatto che il piede palmato delle anatre e delle oche è costruito per nuotare? Eppure ci sono oche di montagna con il piede palmato che non si avvicinano mai o quasi mai all'acqua; e nessuno tranne [Audubon](#) ha mai visto l'uccello fregata, che ha tutte le quattro dita della zampa palmate, posato sulla superficie del mare. D'altra parte gli svassi e le folaghe sono eminentemente acquatici, eppure le loro dita hanno una membrana soltanto lungo i bordi. Che cosa può sembrare più evidente del fatto che le lunghe dita del piede dei *Grallatores* sono costruite per camminare sulle paludi e le piante galleggianti; eppure la [gallinella d'acqua](#) è quasi altrettanto acquatica della [folaga](#), mentre il re di quaglie è quasi altrettanto terrestre della quaglia o della pernice. In casi del genere — e se ne potrebbero citare molti altri — le abitudini sono cambiate senza un corrispondente cambiamento di struttura. Nell'uccello fregata la membrana profondamente incavata tra le dita del piede mostra che la struttura ha cominciato a cambiare.

Chi crede in atti di creazione separati e innumerevoli dirà che in questi casi è piaciuto al Creatore che un essere di un certo tipo prendesse il posto di uno di un altro tipo; a me, però, sembra che così ci si limiti a riaffermare lo stesso fatto in un linguaggio solenne. Chi crede nella lotta per l'esistenza e nel principio della selezione naturale riconoscerà che ogni essere organico si sforza costantemente di crescere di numero, e che se un essere varia anche di poco nelle sue abitudini o nella sua struttura, ottenendo così un vantaggio su un altro abitante della stessa regione, si impadronirà del posto di quell'abitante, per quanto diverso possa essere dal suo posto d'origine. Dunque non si sorprenderà se ci sono oche e uccelli fregata con il piede palmato che vivono sulla terra asciutta o si posano molto raramente sull'acqua, se ci sono re di quaglie che vivono nei pascoli anziché nelle paludi, se ci sono dei picchi dove non cresce un albero, dei tordi che si tuffano e delle [procellarie](#) con le abitudini delle alche.

Organi dalla perfezione e complessità estreme — Supporre che l'[occhio](#), con tutti gli inimitabili meccanismi di cui è dotato per aggiustare il fuoco a distanze diverse, lasciar passare diverse quantità di luce e correggere l'aberrazione sferica e cromatica, sia stato prodotto per selezione naturale sembra, lo confesso tranquillamente, del tutto assurdo. Eppure la ragione mi dice che, se si può dimostrare l'esistenza di numerose gradazioni da un occhio perfetto e complesso a

uno molto imperfetto e semplice, e che ogni grado è utile a chi lo possiede; se, inoltre, l'occhio varia sia pure di poco e le variazioni vengono ereditate, il che certamente avviene; e se qualsiasi variazione o modificazione dell'organo è comunque utile a un animale in condizioni di vita mutevoli, allora la difficoltà di credere che un occhio perfetto e complesso possa essersi formato per selezione naturale, per quanto ciò appaia insormontabile alla nostra immaginazione, difficilmente può essere considerata reale. Il problema di come un nervo sia diventato sensibile alla luce non ci riguarda in misura maggiore del modo in cui la vita stessa si sia originata; tuttavia posso osservare che diversi fatti mi fanno sospettare che qualsiasi nervo potrebbe essere reso sensibile alla luce e, analogamente, a quelle vibrazioni più grossolane dell'aria che producono il suono.

Quando in una qualsiasi specie cerchiamo le gradazioni attraverso le quali un organo si è perfezionato, dovremmo prendere in considerazione soltanto i suoi antenati in linea diretta. Ma ciò è possibile solo molto raramente, e siamo costretti a considerare le specie dello stesso gruppo, cioè i discendenti collaterali che provengono dalla stessa forma progenitrice originaria, per vedere quali variazioni sono possibili e verificare se alcune di esse si siano trasmesse in condizioni inalterate o poco modificate fin dai primi stadi della discendenza. Negli attuali *Vertebrata* troviamo poche gradazioni nella struttura dell'occhio, e dalle specie fossili non impariamo nulla in proposito. Per quanto riguarda questa grande classe dovremmo probabilmente scendere al di sotto dei più bassi strati fossiliferi noti per scoprire gli stadi iniziali attraverso i quali l'occhio si è perfezionato.

Negli *Articulata* possiamo partire da un nervo ottico rivestito semplicemente di pigmento e senza alcun altro meccanismo; da questo stadio più basso si può mostrare che la struttura passa attraverso numerose gradazioni, che si diramano in due linee fondamentalmente diverse, fino a raggiungere uno stadio abbastanza elevato di perfezione. In certi crostacei, per esempio, c'è una doppia cornea, con quella interna divisa in tante sfaccettature, in ognuna delle quali si trova un rigonfiamento a forma di lente. In altri crostacei i coni trasparenti, che sono rivestiti da un pigmento e la cui funzione peculiare è di escludere i raggi laterali di luce, sono convessi nelle terminazioni superiori e devono operare per convergenza, mentre in corrispondenza delle terminazioni inferiori sembra trovarsi una sostanza vetrosa imperfetta. Grazie a questi fatti, qui riferiti troppo brevemente, che mostrano come vi sia una diversità molto graduale negli occhi dei crostacei viventi, e tenendo presente quanto è piccolo il numero degli animali attualmente viventi in confronto a quello delle specie estinte, non vedo grandi difficoltà (non più che nel caso di

tante altre strutture) nel credere che la selezione naturale abbia trasformato il semplice apparato costituito da un nervo ottico rivestito solo di pigmento e avvolto da una membrana trasparente in uno strumento ottico perfetto, come quello posseduto da qualsiasi membro della grande classe degli articolati.

Chi si spingerà fino al termine di questo trattato, se risconterà a quel punto che una grande quantità di fatti, altrimenti inesplicabili, possono essere spiegati con la teoria della discendenza, non dovrebbe esitare a spingersi oltre: egli dovrà ammettere che anche una struttura perfetta come l'occhio dell'aquila può essersi formata per selezione naturale, anche se in questo caso non conosciamo nessuno dei gradi di transizione. La sua ragione dovrebbe avere la meglio sulla sua immaginazione, anche se io stesso ho percepito queste difficoltà in modo così acuto da non sorprendermi di fronte a ogni genere di esitazione davanti al principio della selezione naturale esteso fino a tali sbalorditive conseguenze.

Non è possibile evitare il paragone tra l'occhio e un telescopio. Sappiamo che questo strumento è stato perfezionato attraverso gli sforzi prolungati dei più elevati intelletti umani, e possiamo concludere che l'occhio dev'essersi formato con un processo in qualche modo analogo. Ma questa deduzione non è forse troppo presuntuosa? Abbiamo forse il diritto di supporre che il Creatore operi mediante facoltà intellettuali simili a quelle dell'uomo? Se dobbiamo paragonare l'occhio a uno strumento ottico, dovremmo per esempio immaginare di prendere uno spesso strato di tessuto trasparente con sotto un nervo sensibile alla luce, e poi supporre che ogni parte dello strato cambi continuamente e lentamente di densità, in modo da separarsi in strati di densità e spessore diversi posti a distanze differenti l'uno dall'altro, mentre le superfici di ogni strato cambiano lentamente forma. Inoltre, dobbiamo supporre che vi sia un potere che scruta attentamente ogni piccola variazione accidentale degli strati trasparenti e seleziona con cura ogni alterazione che, in qualunque maniera o grado, tende a produrre un'immagine più distinta. Dobbiamo supporre che ogni nuovo stadio dello strumento sia moltiplicato di milioni di volte, e che ogni stadio sia conservato finché non ne venga prodotto uno migliore e quelli vecchi non vengano distrutti. Negli esseri viventi la variazione causerà lievi alterazioni, la generazione le moltiplicherà quasi all'infinito e la selezione naturale sceglierà ogni miglioramento con infallibile abilità. Si supponga che questo processo prosegua per milioni e milioni di anni, agendo ogni anno su milioni di individui di tanti tipi: non possiamo dunque credere che, in questo modo, si sia formato uno strumento ottico vivente, tanto superiore a quello di vetro quanto le opere del Creatore sono superiori a quelle dell'uomo?

Se si potesse dimostrare che esiste un qualunque organo complesso che non può in alcun modo essersi formato attraverso numerose, piccole modificazioni successive, la mia teoria crollerebbe senz'altro. Ma non trovo alcun caso del genere. Senza dubbio esistono molti organi di cui non conosciamo i gradi di transizione, in particolare se consideriamo le specie molto isolate, intorno alle quali, secondo la mia teoria, c'è stata molta estinzione. Considerazioni analoghe valgono se prendiamo in esame un organo comune a tutti i membri di una grande classe, perché in quest'ultimo caso l'organo deve essersi formato per la prima volta in un periodo estremamente remoto, dopo il quale si sono sviluppati tutti i numerosi membri della classe; e per scoprire i primi gradi di transizione attraverso i quali è passato l'organo, dovremmo poter osservare delle forme ancestrali molto antiche, estintesi da lungo tempo.

Dobbiamo essere estremamente cauti prima di concludere che un organo non può essersi formato mediante gradazioni transitorie di qualche tipo. Tra gli animali inferiori si possono citare numerosi casi di uno stesso organo che compie, nel medesimo tempo, funzioni del tutto diverse: così nella larva della libellula e nel pesce *Cobites* il canale alimentare respira, digerisce ed espelle. Nell'idra la parte interna e quella esterna dell'animale possono essere rivoltate, così la superficie esterna digerirà mentre lo stomaco respirerà. In casi del genere la selezione naturale, qualora possa trarne un qualche vantaggio, potrà facilmente far sì che una parte o un organo che prima svolgeva due funzioni si specializzi per compierne una sola, cambiando interamente la sua natura mediante passaggi impercettibili. A volte due organi distinti eseguono simultaneamente la stessa funzione nello stesso individuo. Per esempio, ci sono pesci con lamelle o branchie che respirano l'aria sciolta nell'acqua, mentre nello stesso tempo respirano l'aria fresca con la vescica natatoria, che si rifornisce attraverso un dotto pneumatico ed è divisa da partizioni altamente vascolarizzate. In questi casi uno dei due organi potrebbe facilmente modificarsi e perfezionarsi in modo da svolgere da solo tutto il compito, contando sull'aiuto dell'altro organo mentre la modificazione è in corso; e così quest'altro organo potrebbe poi modificarsi a sua volta per qualche altro scopo alquanto diverso, oppure potrebbe essere del tutto eliminato.

L'esempio della vescica natatoria dei pesci è efficace, perché mostra chiaramente un fatto molto importante: un organo costruito originariamente per uno scopo, vale a dire il galleggiamento, può essere convertito in un organo con uno scopo radicalmente diverso, cioè la respirazione. In alcuni pesci la vescica natatoria è stata anche trasformata in un accessorio degli organi dell'udito, oppure (poiché non so quale opinione prevalga ora generalmente) una parte

dell'apparato uditivo è stata trasformata in un complemento della vescica natatoria. Tutti i fisiologi riconoscono che la vescica natatoria è omologa o «simile idealmente», per posizione e struttura, ai polmoni degli animali vertebrati superiori: non mi sembra dunque che ci siano grandi difficoltà a credere che la selezione naturale abbia di fatto convertito una vescica natatoria in un polmone, o in un organo usato esclusivamente per la respirazione.

Non dubito che tutti gli animali vertebrati provvisti di veri polmoni siano discesi attraverso un processo di generazione ordinaria da un antico prototipo, di cui non sappiamo nulla, dotato di un apparato per il galleggiamento o vescica natatoria. Possiamo così comprendere, come deduco dall'interessante descrizione di queste parti fornita dal professor Owen, lo strano fatto per cui ogni particella di cibo o bevanda che inghiottiamo deve passare sull'orifizio della trachea con il rischio di cadere nei polmoni, nonostante lo splendido meccanismo che chiude la glottide. Nei vertebrati superiori le branchie sono sparite del tutto, anche se, nell'embrione, le fenditure ai lati del collo e il corso ad ansa delle arterie indicano ancora la posizione un tempo occupata da esse. Ma si può immaginare che le branchie ora del tutto scomparse siano state gradualmente manipolate dalla selezione naturale per qualche scopo assai diverso, nello stesso modo in cui — secondo l'opinione di alcuni naturalisti, che considerano le branchie e le squame dorsali degli anellidi omologhe alle ali e alle coperture delle ali degli insetti — è probabile che organi che in un periodo molto remoto servivano per la respirazione siano stati effettivamente trasformati in organi per il volo.

Nel considerare i fenomeni di transizione degli organi è importante tenere a mente la probabilità della conversione da una funzione a un'altra, di cui darò ancora un esempio. I cirripedi pedunculati hanno due minute pieghe nella pelle, che ho chiamato **frenuli** ovigeri, i quali, mediante una secrezione appiccicosa, servono a trattenere le uova fino a quando non si schiudono dentro la sacca. Questi cirripedi non hanno branchie e l'intera superficie del loro corpo, compresi i piccoli frenuli, serve per la respirazione. I balanidi o cirripedi sessili, d'altra parte, non hanno frenuli ovigeri e le uova giacciono libere in fondo al sacco, dentro il guscio ben chiuso; essi, però, hanno grandi branchie ripiegate. Ora penso che nessuno metterà in discussione che i frenuli ovigeri di una famiglia sono strettamente omologhi alle branchie dell'altra; in effetti passano per gradi gli uni nelle altre. Non dubito quindi che delle piccole pieghe nella pelle, che originariamente servivano come frenuli ovigeri ma che allo stesso tempo contribuivano un poco anche alla respirazione, siano stati convertiti gradualmente dalla selezione naturale in branchie, semplicemente mediante l'aumento delle loro dimensioni e l'eliminazione delle ghiandole

adesive. Se tutti i cirripedi pedunculati si fossero estinti — e, di fatto, sono già stati soggetti a estinzione molto più dei cirripedi sessili — chi avrebbe mai potuto immaginare che in quest'ultima famiglia le branchie fossero un tempo esistite come organi per impedire che l'acqua portasse via le uova dalla sacca?

Anche se dobbiamo essere estremamente cauti prima di concludere che un certo organo non può essere stato prodotto per successivi gradi di transizione, tuttavia esistono senza dubbio casi molto difficili, alcuni dei quali saranno discussi nel mio futuro lavoro.

Uno dei casi più seri è quello degli insetti neutri, che spesso sono costruiti diversamente tanto dai maschi quanto dalle femmine feconde; ma questo caso sarà trattato nel capitolo seguente. Gli [organi elettrici](#) dei pesci costituiscono un altro caso particolarmente difficile. È impossibile farsi un'idea dei gradi attraverso i quali questi organi portentosi sono stati prodotti, ma, come hanno notato Owen e altri, la loro struttura profonda somiglia da vicino a quella dei comuni muscoli; e poiché è stato mostrato recentemente che le razze hanno un organo molto simile all'apparato elettrico eppure non scaricano alcuna elettricità, come afferma Matteucci,¹ dobbiamo riconoscere che siamo troppo ignoranti per affermare l'impossibilità di una transizione di qualche tipo.

Gli organi elettrici danno adito a un'altra difficoltà ancora più seria: essi si presentano solo in una dozzina di pesci, alcuni dei quali sono molto lontani tra loro quanto ad affinità. Generalmente, quando lo stesso organo si trova in molti membri della stessa classe, soprattutto in membri che hanno abitudini di vita molto diverse, possiamo attribuire la sua presenza all'eredità da un comune antenato, e attribuirne l'assenza in altri membri alla perdita causata dal disuso o dalla selezione naturale. Ma se gli organi elettrici sono stati ereditati da un antico progenitore che ne era dotato, dovremmo aspettarci di trovare tutti i pesci elettrici collegati tra loro in modo particolare. La geologia, d'altra parte, non ci induce minimamente a credere che un tempo la maggioranza dei pesci avesse degli organi elettrici, oggi andati perduti dalla gran parte dei loro discendenti modificati. La presenza di organi luminosi in alcuni insetti, appartenenti a famiglie e ordini diversi, presenta un caso di difficoltà simile. E se ne potrebbero citare altri ancora: per esempio, nelle piante, l'assai curioso congegno costituito da una massa di grani pollinici sostenuta da un peduncolo, con all'estremità una ghiandola appiccicosa, è lo stesso nelle [orchidee](#) e nelle [asclepiadee](#) (che, tra le piante che producono fiori, sono tra i generi più lontani che si possano immaginare). In tutti questi casi di due specie ben distinte che sono dotate dello stesso organo anomalo, si può osservare che, sebbene l'apparenza complessiva e la funzione

dell'organo siano le stesse, si può tuttavia cogliere generalmente qualche differenza fondamentale. Sono portato a credere che, come talvolta è capitato che due uomini siano pervenuti indipendentemente alla stessa identica invenzione, così la selezione naturale, lavorando per il bene di ogni essere e avvalendosi di variazioni analoghe, ha qualche volta modificato quasi nello stesso modo due parti di due esseri organici che devono ben poco degli elementi strutturali comuni all'eredità ricevuta da uno stesso antenato.

Anche se in molti casi è assai difficile supporre attraverso quali transizioni un organo può essere arrivato al suo stato attuale, tuttavia, considerato che il numero delle forme viventi e note rispetto a quelle estinte e sconosciute è molto piccolo, mi sorprende quanto sia difficile menzionare un organo di cui non si conoscono i gradi di transizione che vi conducono. La verità di questa osservazione posa sull'antico principio della storia naturale secondo cui «Natura non facit saltum». Ci imbattiamo in questa affermazione praticamente negli scritti di ogni naturalista esperto; ovvero, come ben dice Milne Edwards, la natura è prodiga di varietà, ma avara di innovazioni. Perché mai dovrebbe essere così, se si adotta la teoria della creazione? Perché tutte le parti e gli organi di molti individui indipendenti, che si suppone siano stati creati separatamente per occupare il loro rispettivo posto in natura, dovrebbero essere così immancabilmente collegate assieme da passaggi gradualisti? Perché la natura non dovrebbe aver compiuto un salto da struttura a struttura? In base alla teoria della selezione possiamo vedere chiaramente perché le cose non stanno così: la selezione naturale agisce soltanto traendo vantaggio da lievi variazioni successive e non può mai fare un salto, ma deve avanzare compiendo passi molto corti e lenti.

Organi apparentemente di scarsa importanza — Poiché la selezione naturale agisce mediante la vita e la morte — conservando gli individui con qualche variazione favorevole e distruggendo quelli con qualche sfavorevole deviazione di struttura — ho percepito a volte una grande difficoltà nel comprendere l'origine delle parti più semplici, la cui importanza non sembra sufficiente a causare la conservazione di individui che variano successivamente. Talvolta ho avvertito una difficoltà altrettanto grande, seppure di natura molto diversa, anche di fronte al caso di un organo perfetto e complesso come l'occhio.

In primo luogo, siamo troppo ignoranti a proposito dell'economia complessiva di un qualsiasi essere organico per poter dire quali lievi modificazioni siano importanti e quali non lo siano. In un capitolo precedente ho presentato alcuni esempi dei caratteri più insignificanti,

come la peluria su un frutto o il colore della polpa, sui quali agisce certamente la selezione naturale, perché determinano gli attacchi degli insetti o sono correlati a differenze di costituzione. La [coda della giraffa](#) sembra uno scacciamosche costruito artificialmente; e, a prima vista, sembra incredibile che possa essersi adattata al suo attuale scopo attraverso una serie di lievi modificazioni successive, una migliore dell'altra, finalizzate a un obiettivo così insignificante come quello di allontanare le mosche. Tuttavia anche in un caso come questo dovremmo riflettere un attimo prima di esserne troppo sicuri, perché sappiamo che la distribuzione e l'esistenza del bestiame e di altri animali in Sud America dipende certamente dalla loro capacità di resistere agli attacchi degli insetti, così che gli individui che riescono a difendersi in qualsiasi modo da questi piccoli nemici sono in grado di insediarsi in nuovi pascoli, ottenendo così un grande vantaggio. Ciò non significa che i quadrupedi di dimensioni maggiori vengano di fatto distrutti dalle mosche (tranne in qualche raro caso), ma ne sono comunque molestati senza posa, e la loro forza viene ridotta al punto che sono più soggetti alle malattie, oppure non sono in grado di procurarsi il cibo al sopraggiungere di una carestia, o di sottrarsi agli animali da preda.

In qualche caso gli organi che ora hanno scarsa rilevanza sono probabilmente stati di notevole importanza per un antico progenitore; e, dopo essere stati lentamente perfezionati in un'epoca precedente, sono stati trasmessi più o meno nello stesso stato, anche se ora hanno un uso molto limitato; qualsiasi deviazione dannosa della loro struttura sarà stata sempre controllata dalla selezione naturale. Osservando l'importanza della coda come organo di locomozione nella maggior parte degli animali acquatici, si può forse spiegare la sua diffusa presenza e il suo uso per molti scopi diversi in tanti animali terrestri, di cui polmoni o branchie modificate tradiscono l'origine acquatica. Una coda ben sviluppata formatasi in un animale acquatico avrebbe poi potuto essere manipolata per ogni genere di scopo: come scacciamosche, organo prensile o ausilio per voltarsi, come nel cane, anche se l'ausilio deve essere modesto perché la lepre, praticamente senza coda, può girarsi altrettanto in fretta.

In secondo luogo, a volte attribuiamo importanza a caratteri che ne hanno davvero poca e hanno tratto origine da cause perlopiù secondarie, indipendentemente dalla selezione naturale. Dovremmo ricordare che il clima, il cibo ecc. hanno probabilmente qualche piccola influenza diretta sull'organizzazione; che alcuni caratteri riappaiono per la legge della reversione; che la correlazione della crescita deve aver esercitato un'influenza molto importante nel modificare varie strutture; e, infine, che spesso la selezione sessuale deve aver ampiamente modificato i caratteri esterni degli animali

dotati di volontà per dare a un maschio un vantaggio nella lotta contro un altro maschio o nell'incantare le femmine. Inoltre, quando una modificazione di struttura è sorta principalmente per queste cause o per altre sconosciute, è possibile che all'inizio non sia stata di alcun vantaggio per la specie, ma che sia stata poi utilizzata vantaggiosamente dai discendenti di quella specie in condizioni di vita nuove e con nuove abitudini.

Citiamo qualche esempio per chiarire queste ultime osservazioni. Se esistessero solo picchi verdi, e non sapessimo che ce ne sono molti tipi neri e screziati, forse penseremmo che il colore verde è uno splendido adattamento per nascondere ai suoi nemici questo uccello frequentatore di alberi; e, di conseguenza, che si tratta di un carattere importante, che può essere stato acquisito mediante la selezione naturale. Così come stanno le cose, però, non dubito che il colore sia dovuto a qualche altra causa, probabilmente alla selezione sessuale. Un bambù strisciante dell'arcipelago malese si arrampica sugli alberi più alti con l'aiuto di [uncini](#), squisitamente costruiti, raggruppati intorno alle terminazioni dei rami, e questo congegno è senza dubbio della massima importanza per la pianta. Ma poiché vediamo uncini quasi identici in molti alberi che non sono rampicanti, è possibile che gli uncini del bambù si siano formati per delle sconosciute leggi della crescita e siano poi stati sfruttati dalla pianta mentre era soggetta a ulteriore modificazione e diventava rampicante. La pelle nuda della testa dell'[avvoltoio](#) è spesso considerata un adattamento per sguazzare nel putridume; e così può essere, come è possibile che sia dovuta all'azione diretta della materia putrescente; ma dobbiamo essere molto cauti nel trarre qualunque inferenza del genere, dal momento che constatiamo che anche la testa del [tacchino](#) maschio, che si nutre nel pulito, è nuda. Le suture nel cranio dei giovani mammiferi sono state presentate come uno splendido adattamento per facilitare il parto, e senza dubbio costituiscono un aiuto, magari addirittura indispensabile, per questo atto; ma poiché le suture si trovano anche nei crani dei giovani uccelli e dei rettili, che devono fuoriuscire soltanto da un uovo rotto, possiamo concludere che questa struttura è sorta dalle leggi della crescita ed è stata poi sfruttata per facilitare il parto negli animali superiori.

Siamo profondamente ignoranti circa le cause che producono variazioni piccole e poco importanti, e ce ne possiamo rendere immediatamente conto se riflettiamo sulle differenze tra le razze dei nostri animali domestici in diversi paesi, specialmente in quelli meno civilizzati, dove la selezione artificiale è stata poco praticata. Osservatori attenti sono convinti che un clima umido influenza la crescita del pelo e che le corna sono correlate al pelo. Le razze di montagna differiscono sempre dalle razze di pianura, e un paese

montano influenzerà probabilmente gli arti posteriori esercitandoli di più, forse agirà anche sulla forma della pelvi e, in base alla legge della variazione omologa, anche gli arti anteriori e forse la testa risulteranno probabilmente influenzati. Ancora, la forma della pelvi potrà influenzare, mediante la pressione, la forma del capo del piccolo nel grembo. Abbiamo ragione di ritenere che la respirazione faticosa necessaria nelle regioni elevate aumenterà le dimensioni del petto, e la correlazione entrerebbe di nuovo in gioco. Gli animali allevati dai selvaggi in diversi paesi devono spesso lottare per il proprio nutrimento e saranno dunque esposti in qualche misura alla selezione naturale; gli individui con costituzioni leggermente diverse avranno la meglio in climi diversi e vi è ragione di ritenere che la costituzione e il colore siano correlati. Un buon osservatore, inoltre, afferma che nel bestiame la suscettibilità agli attacchi delle mosche è correlata al colore, come lo è la possibilità di essere avvelenati da certe piante; così il colore sarebbe soggetto all'azione della selezione naturale. Ma siamo davvero troppo ignoranti per speculare sull'importanza relativa delle numerose leggi della variazione, note e non note. Qui ho fatto riferimento a esse solo per mostrare che, se non siamo in grado di spiegare le differenze caratteristiche delle nostre razze domestiche — che pure, come in genere ammettiamo, sono sorte per ordinaria generazione — non dovremmo enfatizzare troppo la nostra ignoranza circa le cause precise delle analoghe, piccole differenze tra le specie. Per questo stesso scopo avrei potuto addurre le differenze, così fortemente marcate, tra le razze dell'uomo. Potrei aggiungere che si può gettare un po' di luce sull'origine di queste differenze facendo principalmente riferimento alla selezione sessuale di un tipo particolare; ma, a meno di non presentare una lunga serie di dettagli, il mio ragionamento potrebbe sembrare superficiale.

Le precedenti osservazioni mi inducono a dire qualcosa sulla protesta, recentemente sollevata da alcuni naturalisti, contro la dottrina utilitaristica secondo cui ogni dettaglio della struttura è stato prodotto per il bene del suo possessore. Costoro ritengono che numerose strutture siano state create per la bellezza che presentano agli occhi dell'uomo, oppure per semplice varietà. Nel caso fosse vera, questa dottrina sarebbe assolutamente fatale per la mia teoria. Tuttavia, io ammetto senz'altro che molte strutture non sono direttamente utili ai loro possessori. È probabile che le condizioni fisiche abbiano avuto un qualche piccolo effetto sulla struttura, indipendentemente da qualsiasi vantaggio così ottenuto. La correlazione della crescita ha svolto senza dubbio un ruolo importantissimo, e la modificazione utile di una parte avrà spesso comportato in altre parti cambiamenti diversificati, privi di utilità diretta. Così, ancora, alcuni caratteri un tempo utili o sorti per la

correlazione della crescita o per qualche altra causa sconosciuta, possono riapparire per la legge della reversione, anche se attualmente privi di utilità diretta. Gli effetti della selezione sessuale, quando si mostrano sotto forma di bellezza per incantare le femmine, possono dirsi utili solo in un senso piuttosto forzato. Ma la considerazione di gran lunga più importante è che la maggior parte dell'organizzazione di ogni essere vivente è dovuta semplicemente all'eredità; e, di conseguenza, anche se ogni essere è certamente adatto al posto che occupa in natura, molte strutture non hanno oggi una relazione diretta con le abitudini di vita di ciascuna specie. Così ci è difficile credere che i piedi palmati dell'oca di montagna o dell'uccello [fregata](#) abbiano una speciale utilità per questi uccelli, e non possiamo credere che le ossa simili che si ritrovano nel braccio della scimmia, nella zampa anteriore del cavallo, nell'ala del pipistrello e nella pinna della foca abbiano una qualche utilità particolare per questi animali. Possiamo tranquillamente attribuire queste strutture all'eredità. Ma per il progenitore dell'oca di montagna e dell'uccello fregata i piedi palmati furono certamente utili, come lo sono oggi per i più acquatici tra gli uccelli esistenti. Così possiamo ritenere che il progenitore della foca non avesse una pinna bensì un piede con cinque dita, adatto a camminare e afferrare; e possiamo spingerci oltre, ritenendo che le diverse ossa negli arti della scimmia, del cavallo e del pipistrello, ereditate da un comune progenitore, avessero, per quel progenitore o per i suoi progenitori, un uso più specifico di quello che hanno ora per questi animali dalle abitudini tanto diversificate. Possiamo quindi dedurre che queste diverse ossa siano state acquisite per selezione naturale e che siano soggette, ora come un tempo, alle diverse leggi dell'eredità, della reversione, della correlazione della crescita ecc. Perciò ogni dettaglio della struttura di ogni creatura vivente può essere concepito (lasciando un piccolo spazio d'azione per l'intervento diretto delle condizioni fisiche di vita) come qualcosa che, direttamente o indirettamente, è stato specialmente utile a qualche forma ancestrale, o che è specialmente utile oggi ai discendenti di quella forma, attraverso le complesse leggi della crescita.

La selezione naturale non può in alcun modo produrre modificazioni in una specie esclusivamente per il bene di un'altra specie, anche se ovunque in natura una specie trae incessantemente vantaggio dalla struttura di un'altra, e ne approfitta. Ma la selezione naturale può produrre, e spesso produce, strutture che comportano un danno diretto per altre specie, come vediamo nel dente velenoso della vipera e nell'ovopositore dell'icneumone, mediante il quale le uova sono depositate nel corpo vivente di altri insetti. Se si potesse provare che una parte di una qualsiasi specie è stata formata per il bene esclusivo di un'altra specie, ciò annienterebbe la mia teoria, perché

una cosa del genere non potrebbe essere stata prodotta tramite la selezione naturale. Anche se si trovano molte affermazioni in tal senso nelle opere di storia naturale, non ne conosco neppure una che abbia, a mio giudizio, qualche peso. Si ammette che il serpente a sonagli ha un dente velenoso per sua difesa e per distruggere la preda, ma qualche autore suppone che questo serpente porti al contempo un sonaglio a proprio danno, cioè per avvertire la preda e metterla in fuga. Sarebbe come credere che il gatto, quando si prepara al balzo, arricciasse la parte terminale della coda per avvertire il topo condannato. Ma in questa sede non ho spazio sufficiente per entrare nel merito di questo e di altri casi del genere.

La selezione naturale non produrrà mai in un essere qualcosa che gli sia di danno, in quanto essa agisce solo per il tramite e per il bene di ciascun essere. Come ha osservato [Paley](#), nessun organo si formerà allo scopo di causare pena o procurare danno al suo possessore. Se si potesse fare un bilancio equilibrato del bene e del male causati da ogni parte, si troverebbe che ognuna di esse è nel complesso vantaggiosa. Col passare del tempo, in condizioni di vita mutevoli, se una qualsiasi parte diventa dannosa verrà modificata; o, in caso contrario, quell'essere si estinguerà, come si sono estinte miriadi di esseri.

La selezione naturale tende solo a rendere ogni essere organico altrettanto perfetto, o appena un poco più perfetto, di quanto lo sono gli altri abitanti dello stesso paese con i quali deve lottare per l'esistenza. E vediamo che questo è il grado di perfezione che si raggiunge in natura. Le creature endemiche della [Nuova Zelanda](#), per esempio, sono perfette le une rispetto alle altre, ma ora stanno rapidamente cedendo il passo di fronte alle legioni sempre più numerose di piante e animali introdotti dall'Europa. La selezione naturale non produrrà una perfezione assoluta; e del resto, per quanto possiamo giudicare, in natura non troviamo sempre questo livello elevato. Le massime autorità in materia ci dicono che la correzione dell'aberrazione della luce non è perfetta neppure nel più perfetto degli organi, l'occhio. Se la ragione ci spinge ad ammirare con entusiasmo una moltitudine di meccanismi inimitabili che troviamo in natura, la stessa ragione ci dice che, anche se ci possiamo sbagliare in un senso o nell'altro, alcuni altri meccanismi sono meno perfetti. Possiamo forse considerare perfetto il [pungiglione della vespa](#) o dell'[ape](#) che, usato contro molti animali nemici, non può essere ritirato per via delle dentellature retrograde, e così causa inevitabilmente la morte dell'insetto, cui vengono strappate le viscere?

Se consideriamo il [pungiglione dell'ape](#) come uno strumento di perforazione seghettato, simile a quello che si trova in tanti membri

dello stesso grande ordine, che si è originato in un progenitore lontano e si è poi modificato ma non perfezionato per il suo scopo attuale — con un veleno che in origine era adatto a produrre galle e che si è in seguito potenziato —, possiamo forse comprendere come mai l'uso del pungiglione può causare tanto spesso la morte dell'insetto stesso: perché se complessivamente la facoltà di pungere è utile alla comunità, potrebbe soddisfare tutti i requisiti della selezione naturale anche causando la morte di alcuni membri. Se ammiriamo le meravigliose facoltà olfattive con cui i maschi di molti insetti trovano le loro femmine, possiamo forse ammirare la produzione a questo solo scopo di migliaia di **fuchi**, che sono del tutto inutili alla comunità per qualsiasi altro fine, e che vengono poi massacrati dalle loro industrie e sterili sorelle? Può risultare difficile, ma dovremmo ammirare l'odio selvaggio e istintivo dell'ape regina, che la spinge a distruggere le giovani regine, sue figlie, appena nate o a morire lei stessa nel combattimento, perché questo è certamente per il bene della comunità: l'amore e l'odio materni, quest'ultimo fortunatamente rarissimo, sono la stessa cosa per il principio inesorabile della selezione naturale. Se ammiriamo i molti meccanismi ingegnosi con cui i fiori delle orchidee e di molte altre piante vengono fecondati a opera degli insetti, possiamo forse considerare altrettanto perfetta la produzione di dense nuvole di polline da parte degli abeti, affinché pochi granuli siano sparsi sugli ovuli da una brezza accidentale?

Riassunto del capitolo — In questo capitolo abbiamo discusso alcune delle difficoltà e delle obiezioni che possono essere sollevate contro la mia teoria. Talune sono molto pesanti, ma credo che nella discussione si sia gettata luce su numerosi fatti che rimarrebbero del tutto oscuri stando alla teoria degli atti indipendenti di creazione. Abbiamo visto che le specie, in ogni dato periodo, non sono variabili indefinitamente e non sono collegate insieme da una moltitudine di gradazioni intermedie, in parte perché il processo di selezione sarà sempre molto lento e, in un qualsiasi periodo determinato, agirà soltanto su poche forme, e in parte perché il processo stesso della selezione naturale comporta in effetti che le gradazioni precedenti e intermedie vengano soppiantate e si estinguano. Le specie strettamente affini, che ora vivono in un'area continua, spesso devono essersi formate quando l'area non era continua e quando le condizioni di vita non cambiavano, per gradi impercettibili, da una parte all'altra. Quando si formano due varietà in due regioni di un'area continua, spesso si formerà una varietà intermedia adatta a una zona intermedia; ma, per le ragioni che sono state precisate, di solito la varietà intermedia esisterà in numeri minori rispetto alle due forme che collega. Di conseguenza, queste ultime due, nel corso di ulteriori modificazioni,

tarranno dal fatto di esistere in numeri maggiori un grande vantaggio sulla varietà intermedia meno numerosa e, in genere, riusciranno a soppiantarla e sterminarla.

Abbiamo visto in questo capitolo quanto dobbiamo essere prudenti nel concludere che le abitudini di vita più diverse non possano passare per gradi l'una nell'altra; che un pipistrello, per esempio, non possa essersi formato per selezione naturale a partire da un individuo che all'inizio poteva soltanto planare nell'aria.

Abbiamo visto che una specie in condizioni di vita nuove può cambiare le sue abitudini o avere abitudini diversificate, in qualche caso molto differenti da quelle delle sue congeneri più vicine. Tenendo a mente che ogni essere organico cerca di vivere ovunque può, possiamo dunque comprendere com'è accaduto che le oche di montagna abbiano i piedi palmati, che ci siano picchi che vivono a terra, tordi che si tuffano e procellarie con le abitudini delle alche.

L'opinione che un organo perfetto come l'occhio possa essersi formato per selezione naturale può far sobbalzare chiunque; tuttavia, per qualsiasi organo, se conosciamo una lunga serie di gradazioni nella sua complessità, ciascuna vantaggiosa per il suo possessore, non c'è alcuna impossibilità logica che, in condizioni di vita mutevoli, esso abbia acquisito un qualsiasi grado di perfezione mediante la selezione naturale. Nei casi in cui non conosciamo gli stadi intermedi o di transizione, dovremmo procedere con molta cautela prima di concludere che non è esistito nessuno stato del genere, perché le omologie di molti organi e i loro stadi intermedi mostrano quali meravigliose metamorfosi nelle funzioni sono quantomeno possibili. Per esempio, sembra che una vescica [natatoria](#) si sia convertita in un polmone che respira. Il fatto che lo stesso organo abbia svolto simultaneamente funzioni molto diverse e poi si sia specializzato in una sola, e che due organi ben distinti abbiano svolto nello stesso momento la medesima funzione e che quindi uno di essi si sia perfezionato mentre era aiutato dall'altro, devono aver facilitato in larga misura le transizioni.

In quasi tutti i casi, siamo di gran lunga troppo ignoranti per poter affermare che una parte o un organo sono così poco importanti per il benessere di una specie che le modificazioni della sua struttura non possono essersi accumulate lentamente mediante la selezione naturale. Ma possiamo ritenere con sicurezza che molte modificazioni, dovute interamente alle leggi della crescita e inizialmente prive di qualsivoglia vantaggio per una specie, sono state poi sfruttate dai discendenti ulteriormente modificati di quella specie. Possiamo anche ritenere che una parte un tempo di grande importanza sia stata conservata (come la coda di un animale acquatico nei suoi discendenti

terrestri), pur essendo diventata così poco importante da non poter essere stata acquisita, nel suo stato attuale, attraverso la selezione naturale (la quale è un potere che agisce soltanto mediante la conservazione delle variazioni vantaggiose nella lotta per l'esistenza).

La selezione naturale non produrrà nulla in una specie per il bene o il danno esclusivo di un'altra; può ben capitare che produca parti, organi ed escrezioni altamente utili o addirittura indispensabili, oppure altamente dannose per un'altra specie, ma queste dovranno sempre risultare utili, al contempo, per il loro possessore. In ogni paese sufficientemente abitato, la selezione naturale deve agire principalmente mediante la competizione degli abitanti tra loro; pertanto il livello di perfezione — ovvero di forza nella battaglia per la vita — da essa prodotto sarà soltanto in linea con gli standard che si ritrovano in quel paese. Perciò gli abitanti di un paese, generalmente il più piccolo, cederanno spesso il passo, come abbiamo visto, di fronte agli abitanti di un altro paese, generalmente più grande. In un paese più grande, infatti, saranno esistiti più individui e forme più diversificate, la competizione sarà stata più severa e dunque gli standard di perfezione saranno stati più alti. La selezione naturale non produrrà necessariamente una perfezione assoluta e, per quanto possiamo giudicare con le nostre limitate facoltà, una perfezione assoluta non può essere trovata in alcun luogo.

Con la teoria della selezione naturale possiamo comprendere chiaramente il pieno significato di quell'antico principio della storia naturale secondo cui «Natura non facit saltum». Tale principio non risulta corretto, a rigore, se consideriamo soltanto gli attuali abitanti del mondo; ma, secondo la mia teoria, è rigorosamente vero se comprendiamo tutti gli abitanti delle epoche passate.

Si ammette in genere che tutti gli esseri organici sono stati formati secondo due grandi leggi: l'**unità di tipo** e le condizioni di esistenza. Per unità di tipo si intende la fondamentale concordanza di struttura che osserviamo negli esseri organici della stessa classe, e che è piuttosto indipendente dalle loro abitudini di vita. Secondo la mia teoria, l'unità di tipo si spiega con l'unità della discendenza. L'espressione delle condizioni di esistenza, su cui ha insistito tanto l'illustre Cuvier, è interamente compresa nel principio della selezione naturale. La selezione naturale, infatti, agisce o adattando attualmente le varie parti di ogni essere alle sue condizioni di vita organiche e inorganiche, o avendole adattate in periodi da lungo tempo passati; e, in qualche caso, tali adattamenti vengono assecondati dall'uso e dal non uso, sono influenzati leggermente dall'azione diretta delle condizioni esterne di vita, e in tutti i casi rimangono comunque soggetti alle numerose leggi della crescita. Dunque, in effetti, la legge

delle condizioni d'esistenza è la più elevata di tutte le leggi, in quanto comprende, attraverso l'eredità degli adattamenti precedenti, la legge dell'unità di tipo.

¹ Nell'originale: *Matteuchi*. [N.d.T.]

CAPITOLO VII

ISTINTO

Istinti paragonabili alle abitudini, ma differenti quanto a origine — Gradualità degli istinti — Afidi e formiche — Variabilità degli istinti — Istinti domestici, loro origine — Istinti naturali del cuculo, dello struzzo e delle api parassite — Formiche che fanno schiavi — Ape domestica, suo istinto di produrre la celletta — Difficoltà riguardanti la teoria della selezione naturale degli istinti — Insetti neutri o sterili — Riassunto

Anche se l'argomento dell'istinto avrebbe potuto essere inserito nei capitoli precedenti, ho pensato che fosse meglio trattarlo separatamente, considerando soprattutto che un istinto meraviglioso come quello dell'ape che costruisce la sua celletta si sarà probabilmente presentato alla mente di molti lettori come una difficoltà sufficiente a rovesciare la mia intera teoria. Devo comunque premettere che non mi occuperò dell'origine delle facoltà mentali primarie, così come non mi occuperò dell'origine della vita. Quello che ci riguarda sono soltanto le differenze dell'istinto e delle altre facoltà mentali di animali che appartengono alla stessa classe.

Non tenterò di dare una definizione dell'istinto. Sarebbe facile mostrare che, nell'uso comune, questo termine viene ad abbracciare numerose attività mentali distinte; ciononostante, tutti capiamo quel che si intende quando si dice che l'istinto spinge il cuculo a migrare e a deporre le uova nel nido di altri uccelli. Un'azione, che se compiuta da noi richiederebbe una certa pratica, si dice solitamente istintiva quando è eseguita da un animale — soprattutto da uno in giovane età e senza alcuna esperienza — e quando viene compiuta nello stesso modo da molti individui senza che conoscano lo scopo per il quale la stanno eseguendo. Potrei però mostrare che nessuna di queste caratteristiche dell'istinto è universale. Come ha osservato Pierre Huber, una piccola dose di giudizio o ragione entra spesso in gioco perfino negli animali che occupano i gradini più bassi nella scala della natura.

Frederick Cuvier, e diversi metafisici prima di lui, hanno paragonato l'istinto all'abitudine. Il paragone ci dà, credo, un'idea piuttosto precisa della disposizione mentale con cui viene eseguita un'azione istintiva, ma non della sua origine. Con quanta inconsapevolezza vengono eseguite molte azioni abituali; anzi, non di rado sono

addirittura in diretto contrasto con la nostra volontà consapevole! Eppure esse possono essere modificate dalla volontà o dalla ragione. Le abitudini spesso si associano ad altre abitudini, come pure a certi periodi di tempo e a determinati stati del corpo. Una volta acquisite, spesso rimangono costanti per tutta la vita. Si potrebbero notare molte altre somiglianze tra gli istinti e le abitudini. Come quando ripetiamo una canzone ben conosciuta, così nell'istinto un'azione segue l'altra obbedendo a una specie di ritmo: se s'interrompe una persona che sta cantando una canzone o ripetendo qualcosa a memoria, per riprendere il corso abituale del pensiero, essa dovrà generalmente tornare un po' indietro. Huber constatò che agisce così anche un bruco, che sa costruire un'amaca assai complicata. Egli prese un bruco che era giunto, poniamo, al sesto stadio della costruzione della sua amaca e, dopo averlo messo in un'amaca che si trovava ancora al terzo stadio, osservò che il bruco semplicemente eseguiva di nuovo il quarto, il quinto e il sesto stadio della costruzione. Se tuttavia un bruco veniva preso da un'amaca realizzata, poniamo, fino al terzo stadio e veniva messo in un'altra completata fino al sesto — per cui molto del suo lavoro era già stato fatto —, anziché trarne vantaggio esso mostrava qualche imbarazzo e, per completare la sua amaca, sembrava costretto a ricominciare dal terzo stadio, dove era stato interrotto, e si sforzava così di completare un lavoro già finito.

Se supponiamo che una qualche azione abituale venga ereditata — e credo si possa dimostrare che qualche volta accade —, allora la somiglianza tra un istinto e ciò che in origine era un'abitudine diventa così stretta che non riusciamo a distinguerli. Se [Mozart](#), anziché suonare il pianoforte a tre anni dopo una pratica incredibilmente limitata, avesse suonato un motivo senza essersi mai esercitato del tutto, avremmo potuto dire che lo faceva istintivamente. Ma sarebbe il più grave degli errori supporre che la maggior parte degli istinti siano stati acquisiti per abitudine nel corso di una generazione, e poi trasmessi per eredità alle generazioni successive. Si può mostrare chiaramente che gli istinti più meravigliosi di cui siamo a conoscenza, cioè quelli dell'ape domestica e di molte formiche, non possono certamente essere stati acquisiti in questo modo.

Tutti ammetteranno che, per il benessere di ogni specie nelle sue condizioni di vita attuali, gli istinti sono importanti quanto la struttura corporea. In condizioni di vita mutate, si può quantomeno immaginare che lievi modificazioni negli istinti possano essere vantaggiose per una specie; e, se si può dimostrare che gli istinti variano anche solo un poco, allora non vedo difficoltà ad ammettere che la selezione naturale conservi e accumuli continuamente le variazioni dell'istinto in qualunque misura possano risultare vantaggiose. È in questo modo, credo, che hanno avuto origine gli

istinti più complessi e meravigliosi. Come le modificazioni della struttura corporea nascono e vengono accresciute dall'uso e dall'abitudine, mentre si riducono o scompaiono del tutto a causa del disuso, così non dubito che sia accaduto anche per gli istinti. Ma ritengo che gli effetti dell'abitudine abbiano un'importanza abbastanza subordinata rispetto agli effetti della selezione naturale di quelle che possiamo chiamare variazioni accidentali degli istinti, cioè le variazioni prodotte da quelle stesse cause sconosciute che producono le lievi deviazioni della struttura corporea.

Nessun istinto complesso può verosimilmente essere prodotto dalla selezione naturale se non mediante l'accumulazione di numerose, lievi eppur vantaggiose variazioni. Perciò, in natura, come nel caso della struttura corporea, dovremmo trovare non le effettive gradazioni di transizione con cui ogni istinto complesso è stato acquisito — perché queste si possono trovare soltanto negli antenati diretti di ciascuna specie — ma qualche testimonianza di tali gradazioni nelle linee collaterali di discendenza; o, perlomeno, dovremmo essere in grado di mostrare che gradazioni di qualche tipo sono possibili, cosa che certamente siamo in grado di fare. Tenuto conto che gli istinti degli animali sono stati osservati poco al di fuori dell'Europa e del Nord America e che non ci sono noti gli istinti delle specie estinte, sono rimasto sorpreso di fronte all'estrema generalità con cui le gradazioni che conducono agli istinti più complessi possono essere scoperte. Il principio per cui «Natura non facit saltum» si applica con forza pressoché uguale tanto agli istinti quanto agli organi corporei. I cambiamenti dell'istinto possono essere qualche volta facilitati dal fatto che la stessa specie ha istinti diversi in periodi diversi della vita, oppure nelle diverse stagioni dell'anno, o quando viene posta in condizioni differenti ecc.; in questi casi, l'uno o l'altro istinto può essere conservato dalla selezione naturale. Si può dimostrare che in natura si riscontrano effettivamente casi di istinti diversi presenti nella stessa specie.

Inoltre, come nel caso della struttura corporea e conformemente alla mia teoria, l'istinto di ogni specie è vantaggioso per quella specie, e non è mai stato prodotto, per quanto possiamo giudicare, per il bene esclusivo di altre. Uno degli esempi più significativi che conosco di un animale che apparentemente esegue un'azione per il solo bene di un altro, è quello degli afidi che cedono la loro dolce secrezione alle [formiche](#). Che lo facciano volontariamente è dimostrato dai seguenti fatti. Ho rimosso tutte le formiche che stavano insieme a una dozzina di afidi su una pianta di romice e ho impedito che vi tornassero per diverse ore. Dopo questo intervallo di tempo, ero certo che gli afidi avrebbero voluto deporre le loro secrezioni. Li ho osservati per un po' con una lente, ma non ho visto alcuna secrezione. Allora li ho

solleticati e urtati con un capello, cercando come meglio potevo di imitare le antenne delle formiche, ma nessuno ha emesso la sua secrezione. Più tardi ho permesso a una formica di visitarli e mi ha subito dato l'impressione, data la premura con cui correva di qua e di là, che si rendesse conto del ricco gregge che aveva scoperto. Ha allora cominciato a giocare con le antenne prima sull'addome di un [afide](#) e poi su quello di un altro; e ogni afide, appena sentite le antenne, sollevava l'addome e rilasciava una limpida goccia di liquido dolce, che la formica divorava avidamente. Anche gli afidi più giovani si comportavano in questa maniera, rivelando che si trattava di un'azione istintiva e non del risultato dell'esperienza. Ma poiché la secrezione è particolarmente vischiosa, agli afidi forse conviene che venga rimossa; e dunque, probabilmente, gli afidi non la secernono istintivamente per il solo bene delle formiche. Sono convinto che nessun animale al mondo esegue un'azione per il bene esclusivo di un altro di una specie diversa; tuttavia ogni specie cerca di trarre vantaggio dagli istinti delle altre, così come ognuna trae vantaggio dalla più debole struttura corporea delle altre. Così, in qualche caso, certi istinti non possono essere considerati assolutamente perfetti; ma poiché i dettagli su questo e altri punti simili non sono indispensabili, in questa sede possono essere tralasciati.

Dal momento che un certo grado di variazione negli istinti allo stato di natura, e l'eredità di tali variazioni, sono indispensabili all'azione della selezione naturale, qui avrei dovuto fare il maggior numero possibile di esempi, ma la mancanza di spazio me lo impedisce. Posso solo limitarmi ad affermare che gli istinti sono di fatto soggetti a variazione; così è, per esempio, per l'istinto migratorio, tanto per estensione quanto per direzione, nonché per la sua totale perdita. Così è per il nido degli [uccelli](#), che varia in parte a seconda della posizione scelta, della natura e temperatura del paese abitato, ma spesso per cause a noi del tutto sconosciute: Audubon ha segnalato diversi esempi notevoli di differenze tra i [nidi](#) della stessa specie nel Nord e nel Sud degli Stati Uniti. La [paura](#) di fronte a un particolare nemico è certamente qualcosa di istintivo, come si può osservare negli uccelli nidificanti, anche se è rafforzata dall'esperienza e dall'osservazione della paura dello stesso nemico in altri animali. La paura nei confronti dell'uomo, tuttavia, viene acquisita lentamente, come ho mostrato altrove, da vari animali che abitano sulle isole deserte; e anche in Inghilterra possiamo vederne un esempio nella maggiore selvatichezza dei grandi uccelli rispetto a quelli più piccoli, perché i primi sono stati più perseguitati dall'uomo. Possiamo attribuire tranquillamente la maggiore selvatichezza dei nostri grandi uccelli a questa causa; infatti, nelle isole disabitate essi non sono più timorosi di quelli piccoli; e la gazza, che in Inghilterra è così diffidente, in Norvegia è

addomesticata, come la cornacchia grigia in Egitto.

Numerosi fatti possono mostrare che l'atteggiamento generale degli individui della stessa specie, nati allo stato di natura, è estremamente diversificato. Per alcune specie si potrebbero presentare anche diversi casi di abitudini occasionali e strane che, se vantaggiose per la specie, potrebbero dare origine, per selezione naturale, a istinti nuovi. Ma sono ben consapevole che queste affermazioni generali, non accompagnate da fatti dettagliati, non produrranno nella mente del lettore più che una debole impressione. Posso solo assicurare che tutte le mie affermazioni sono avallate da solide prove.

La possibilità, o anche la probabilità, che allo stato di natura le variazioni dell'istinto vengano ereditate risulterà rafforzata se consideriamo brevemente alcuni casi che si osservano allo stato domestico. Saremo così in grado di vedere la parte svolta, rispettivamente, dall'abitudine e dalla selezione delle variazioni cosiddette accidentali nel modificare le qualità mentali dei nostri animali domestici. Si potrebbe fornire un certo numero di esempi curiosi e autentici dell'ereditarietà di tutte le sfumature di atteggiamento e gusto, come pure degli espedienti più singolari, associati a certi stati della mente o a certi periodi di tempo. Ma consideriamo il caso familiare offerto da diverse razze di cani. Non si può dubitare che i giovani pointer (ho visto io stesso un esempio sorprendente), già quando vengono portati a caccia per la prima volta, in qualche caso puntano o addirittura aiutano gli altri cani. Quella di riportare è senza dubbio una facoltà che viene ereditata dai cani da riporto, così come i cani da pastore ereditano la tendenza a correre intorno piuttosto che dentro il gregge delle pecore. Non vedo come queste azioni — che sono eseguite da animali giovani, senza esperienza, e più o meno nello stesso modo da ogni individuo e da ogni razza con evidente piacere e senza che il fine sia noto (il giovane pointer, infatti, non può sapere che sta puntando per aiutare il suo padrone, più di quanto la farfalla bianca sappia perché depone le uova sulle foglie dei cavoli) — differiscano essenzialmente dagli [istinti](#) veri e propri. Se vedessimo una specie di lupo, giovane e non addestrato, stare immobile come una statua dopo aver fiutato la preda e poi trascinarsi lentamente avanti con andatura particolare, e un'altra specie di lupo correre intorno anziché gettarsi nel mezzo di un branco di cervi, costringendoli verso un punto lontano, diremmo sicuramente che queste azioni sono istintive. Gli istinti che potremmo chiamare domestici sono di certo meno stabili o invariabili di quelli naturali, ma su di essi ha agito una selezione molto meno rigorosa e sono stati trasmessi per un periodo di tempo incomparabilmente più breve in condizioni di vita meno costanti.

Con quanto rigore gli istinti domestici, le abitudini, e le attitudini siano ereditati, e come si mescolino curiosamente tra loro, è ben mostrato dall'incrocio tra diverse razze di cani. È noto che un incrocio con un bulldog ha influenzato per molte generazioni il coraggio e l'ostinazione dei levrieri, e l'incrocio con un levriero ha dato a un'intera famiglia di cani da pastore una tendenza a dare la caccia alle lepri. Questi istinti domestici, sottoposti alla prova dell'incrocio, somigliano a quelli naturali, che si mescolano in modo analogamente curioso e per lungo tempo mostrano tracce degli istinti dell'uno o dell'altro progenitore. Le Roy, per esempio, descrive un cane il cui bisnonno era un lupo; il cane mostrava una traccia della sua parentela selvaggia soltanto per un aspetto: quando veniva chiamato, non si avvicinava mai al suo padrone seguendo una linea retta.

Si parla a volte degli istinti domestici come se fossero azioni ereditate a partire da abitudini protratte e obbligate, ma non credo che sia così. Nessuno avrebbe mai pensato di insegnare — e, comunque, nessuno sarebbe probabilmente mai riuscito a farlo — al colombo capitombolante a capitombolare, azione che, come ho potuto vedere, viene eseguita da giovani uccelli che non hanno mai visto un colombo capitombolare. Possiamo pensare che un colombo abbia mostrato una lieve tendenza verso questa strana abitudine, e che la selezione prolungata degli individui migliori nelle generazioni successive abbia reso i colombi [capitombolanti](#) quel che sono ora; e apprendo dal signor [Brent](#) che vicino a Glasgow ci sono dei capitombolanti domestici che non possono volare più in alto di diciotto pollici da terra senza andare a testa in giù. Si può dubitare che a qualcuno sarebbe mai venuto in mente di insegnare a un cane a puntare, se qualche cane non avesse mostrato naturalmente una tendenza in quella direzione; e si sa che ciò talvolta accade, come ho visto una volta in un terrier di razza pura. Dopo che questa tendenza si è manifestata per la prima volta, la selezione metodica e gli effetti ereditati di un addestramento coercitivo in ogni generazione successiva completeranno presto l'opera; e una selezione inconsapevole è ancora all'opera, perché ognuno cerca di procurarsi, pur senza avere l'esplicita intenzione di migliorare la razza, cani che puntano e cacciano nel modo migliore. D'altra parte, in alcuni casi è bastata l'abitudine. Non c'è animale più difficile da addomesticare del piccolo del [coniglio](#) selvatico, ma forse nessun animale è più domestico di un giovane coniglio addomesticato; non suppongo, però, che i conigli domestici siano mai stati selezionati per la docilità, e penso che si debba attribuire tutto il cambiamento ereditato, dall'estrema selvatichezza all'estrema domesticità, semplicemente all'abitudine e alla cattività prolungata.

Gli istinti naturali si perdono allo stato domestico: un esempio

notevole si osserva nelle razze di volatili che non diventano mai (o solo raramente) «covaticci», cioè che non vorrebbero mai covare le loro uova. Soltanto la familiarità con i nostri animali domestici ci impedisce di vedere quanto universali e ampi siano i cambiamenti indotti nella loro mente dall'addomesticamento. Non è possibile mettere in dubbio che l'amore per l'uomo è diventato istintivo nel cane. Tutti i lupi, le volpi, gli sciacalli e alcune specie del genere del gatto, anche se addomesticati, hanno una forte inclinazione ad attaccare il pollame, le pecore e i maiali; questa tendenza è risultata incurabile nei cani che sono stati importati da cuccioli da paesi come la [Terra del Fuoco](#) e l'Australia, dove i selvaggi non tengono questi animali in domesticità. È ben raro, invece, che dobbiamo insegnare ai nostri cani domestici, anche da giovani, a non attaccare il pollame, le pecore e i maiali! Qualche volta senza dubbio li attaccano, e allora vengono puniti; e se non smettono vengono abbattuti, così che l'abitudine, combinata con un certo grado di selezione, ha contribuito probabilmente a educare i nostri cani mediante l'eredità. D'altro lato i [polli](#), anche giovani, hanno perso, solo per effetto dell'abitudine, la paura dei cani e dei gatti che originariamente era in loro istintiva, così come è evidentemente istintiva nei giovani fagiani, anche se allevati da una gallina. Non è che i polli abbiano perso ogni paura, hanno perso soltanto quella dei cani e dei gatti; infatti, se la gallina dà il segnale di pericolo, i piccoli scappano da sotto di lei (specialmente i giovani tacchini) e si nascondono nell'erba e nei boschetti circostanti; e lo fanno, evidentemente, obbedendo allo scopo istintivo di permettere alla madre di volare via, come vediamo negli uccelli di terra selvatici. Questo istinto conservato dai nostri polli è diventato tuttavia inutile allo stato domestico, perché la gallina madre ha perso quasi completamente, per via del disuso, la capacità di volare.

Possiamo dunque concludere che gli [istinti](#) domestici sono stati acquisiti, e gli istinti naturali perduti, in parte a opera delle abitudini e in parte per la selezione e l'accumulazione, operate dall'uomo nel corso di generazioni successive, di abitudini mentali e azioni peculiari apparse la prima volta per effetto di ciò che, per la nostra ignoranza, chiamiamo un accidente. In alcuni casi soltanto l'abitudine imposta ha potuto produrre tali cambiamenti mentali ereditari; in altri l'abitudine imposta non ha potuto nulla e tutto è stato realizzato dalla selezione, perseguita sia metodicamente sia inconsapevolmente; ma nella maggior parte dei casi, con ogni probabilità, abitudine e selezione hanno agito insieme.

Comprenderemo forse meglio come gli istinti sono stati modificati dalla selezione allo stato di natura, considerando alcuni casi particolari. Ne sceglierò solo tre fra i tanti che dovrò discutere nella mia opera futura: l'istinto che porta il [cuculo](#) a deporre le uova nel

nido di altri uccelli; l'istinto di certe formiche a fare degli schiavi; la capacità dell'ape domestica di realizzare la sua celletta. Molti naturalisti, giustamente, considerano questi ultimi due come i più meravigliosi tra gli istinti conosciuti.

Oggi si riconosce comunemente che la causa ultima e più diretta dell'istinto della femmina del cuculo è data dal fatto che, non deponendo le uova ogni giorno ma a intervalli di due o tre giorni, se facesse un nido suo proprio e covasse le sue uova, quelle deposte per prime resterebbero per qualche tempo prive di incubazione, oppure ci sarebbero uccelli di età differenti nello stesso nido. Se le cose andassero così, il periodo della cova e della schiusa sarebbe lungo e creerebbe inconvenienti, soprattutto perché la femmina deve migrare molto presto e i piccoli nati per primi probabilmente dovrebbero essere nutriti dal solo maschio. Ma la femmina del cuculo americano si trova proprio in questa situazione, perché fa il nido, depone le uova e si cura dei piccoli che escono dall'uovo in tempi successivi. Qualcuno ha affermato che il cuculo americano depone talvolta le uova nel nido di altri uccelli, ma dalla notevole esperienza del dottor [Brewer](#) apprendo che non è così. Nondimeno potrei fornire vari esempi di diversi uccelli che, in qualche occasione, depongono le uova nei nidi di altri uccelli. Ora, supponiamo che l'antico progenitore del cuculo europeo abbia avuto le abitudini del cuculo americano, ma che in qualche occasione abbia deposto le uova nel nido di un altro uccello. Se quell'uccello adulto ha tratto profitto da quell'abitudine occasionale, o se il suo piccolo ha potuto crescere e rafforzarsi grazie all'istinto materno mal riposto di un altro uccello anziché tramite le cure della propria madre (verosimilmente gravata dall'averle uova e piccoli di diversa età nello stesso tempo), allora possiamo dire che gli uccelli maturi o il piccolo favorito ne avrebbero ottenuto un vantaggio. E l'analogia mi spinge a credere che i piccoli così allevati sarebbero portati a seguire per eredità l'abitudine occasionale e aberrante della loro madre, e sarebbero anch'essi inclini a deporre le uova nei nidi di altri uccelli, facendo crescere i loro piccoli con successo. Attraverso un processo continuato di questo tipo credo che potrebbe essersi generato lo strano istinto del nostro cuculo; e, probabilmente, le cose sono andate proprio così. Posso aggiungere che, secondo il dottor Gray e alcuni altri osservatori, il cuculo europeo non ha perso del tutto l'amore materno e la cura per la prole.

L'abitudine occasionale di deporre le uova nel nido di altri uccelli, tanto della stessa specie quanto di specie diverse, non è rara tra le *Gallinaceæ*, e ciò forse spiega l'origine di un istinto singolare in un gruppo loro affine, quello degli struzzi. Infatti diverse femmine di struzzo, almeno nel caso delle specie americane, si accoppiano e depongono le uova prima in un nido e poi in un altro, e queste sono

covate dai maschi. L'istinto forse si può spiegare con il fatto che le femmine depongono un gran numero di uova ma, come nel caso del cuculo, a intervalli di due o tre giorni. L'istinto dello struzzo americano, tuttavia, non si è ancora perfezionato, perché un numero sorprendente di uova giace disseminato nelle pianure, così che in un giorno di caccia ho raccolto non meno di venti uova perdute e deteriorare.

Molte api sono parassite e depongono sempre le uova nei nidi di altre api. Questo caso è più notevole di quello del cuculo, perché queste api hanno non solo gli istinti ma anche la struttura modificata in conformità con le loro abitudini parassitarie: non possiedono infatti quell'apparato per la raccolta del polline che sarebbe necessario se dovessero immagazzinare il cibo per i loro piccoli. Analogamente, alcune specie di sfecidi (insetti simili alle vespe) sono parassite di altre specie; e il signor [Fabre](#) ha mostrato di recente che ci sono buone ragioni per ritenere che la *Tachytes nigra*, sebbene costruisca generalmente la sua tana e la riempia di prede paralizzate di cui le sue larve si nutrono, quando trova una tana già costruita e rifornita da un'altra femmina di sfecide è comunque pronta ad approfittarne e per l'occasione diventa parassita. In questo caso, come in quello del cuculo, non vedo difficoltà ad ammettere che la selezione naturale renda permanente un'abitudine occasionale, qualora risulti vantaggiosa per la specie e se l'insetto il cui nido e il cui cibo immagazzinato sono stati proditoriamente conquistati non viene così sterminato.

L'istinto di fare schiavi — Questo istinto rimarchevole fu scoperto la prima volta nella *formica (polyerges) rufescens* da pierre huber, che è un osservatore ancora più attento del suo celebre padre. Questa formica dipende interamente dalle sue schiave: senza il loro aiuto la specie si estinguerebbe senz'altro nel giro di un anno. I maschi e le femmine feconde non fanno alcun lavoro. Le operaie o femmine sterili, sebbene assai energiche e coraggiose nel catturare schiavi, non fanno altro che questo. Non sono capaci di fare il nido o di nutrire le larve. Quando il vecchio nido non è più adatto e devono migrare, sono le schiave a decidere la migrazione e a portare i padroni nelle mandibole. I padroni sono talmente inetti che quando huber ne chiuse una trentina senza una schiava, ma lasciando loro il cibo preferito, e le larve e le crisalidi per stimolarli a lavorare, non fecero nulla: non furono neppure in grado di nutrirsi e molti morirono di fame. Huber allora introdusse una sola schiava (*formica fusca*) che si mise subito al lavoro, nutrì e salvò i sopravvissuti, costruì alcune cellette, nutrì le larve e mise tutto a posto. Cosa può esserci di più straordinario di

questi fatti ben documentati? se non conoscessimo altre formiche che fanno schiavi, avrebbe poco senso speculare su come abbia potuto perfezionarsi un istinto così meraviglioso.

Fu sempre Huber a scoprire per la prima volta che anche la *Formica sanguinea* fa schiavi. Questa specie si trova nelle regioni meridionali dell'Inghilterra e le sue abitudini sono state studiate dal signor F. Smith, del British Museum, al quale sono grato per queste e altre informazioni. Anche se riponevo la massima fiducia nelle affermazioni di Huber e del signor Smith, ho cercato di affrontare l'argomento con un atteggiamento scettico, perché è certamente lecito dubitare che esista davvero un istinto così straordinario e odioso come quello di fare degli schiavi. Illusterò perciò con qualche dettaglio le osservazioni che ho fatto io stesso. Ho aperto quattordici nidi di *Formica sanguinea* e in tutti ho trovato un certo numero di schiavi. Maschi e femmine feconde della specie schiava si trovano soltanto all'interno delle loro stesse comunità e non sono mai stati osservati nei nidi della *Formica sanguinea*. Gli schiavi sono neri e per dimensioni non superano la metà dei loro padroni rossi, per cui i loro aspetti sono notevolmente contrastanti. Quando il nido viene leggermente disturbato, gli schiavi qualche volta escono, si agitano come i padroni e difendono il nido; quando il nido viene fortemente agitato e le larve e le pupe sono in pericolo, gli schiavi lavorano con energia insieme ai padroni per portarle in un posto sicuro. È chiaro dunque che gli schiavi si sentono a casa loro. Nei mesi di giugno e luglio, per tre anni consecutivi, ho osservato per molte ore diversi nidi nel Surrey e nel Sussex, e non ho mai visto uno schiavo uscire da un nido o entrarvi. Poiché in quei mesi gli schiavi sono assai pochi, ho pensato che potessero comportarsi diversamente quando sono più numerosi, ma il signor Smith mi informa di aver osservato i nidi in ore diverse durante i mesi di maggio, giugno e agosto, sia nel Surrey che nello Hampshire, senza mai vedere gli schiavi, pur presenti in grande numero in agosto, uscire o entrare nel nido. Per questo motivo egli considera questi individui come schiavi strettamente dediti ai lavori domestici. Al contrario, si osserva che i padroni portano dentro continuamente materiali per il nido e cibo di ogni tipo. Nell'anno corrente, tuttavia, nel mese di luglio, mi sono imbattuto in una comunità con una quantità di schiavi superiore alla norma, e ho osservato alcuni di essi lasciare il nido insieme ai loro padroni e marciare lungo la stessa strada verso un alto abete scozzese, lontano venticinque iarde, sul quale sono saliti assieme, probabilmente alla ricerca di afidi o cocciniglie. Secondo Huber, che ha avuto molte occasioni di osservare questi fatti, in Svizzera gli schiavi lavorano abitualmente con i loro padroni nella realizzazione del nido, e sono soltanto loro ad aprire e chiudere le porte la mattina e la sera; e, come afferma esplicitamente

Huber, la loro occupazione principale è andare alla ricerca degli afidi. La differenza così osservata nelle abitudini tipiche dei padroni e degli schiavi nei due paesi dipende probabilmente soltanto dal fatto che in Svizzera viene catturato un numero di schiavi molto superiore che in Inghilterra.

Un giorno ebbi la fortuna di osservare la migrazione da un nido all'altro, e fu uno spettacolo interessantissimo vedere i padroni che, come ha descritto Huber, portavano con cura i loro schiavi tra le mandibole. Un altro giorno la mia attenzione fu colpita da una ventina di formiche cacciatrici di schiavi che si affollavano nello stesso posto, chiaramente non in cerca di cibo: stavano avvicinandosi a una comunità indipendente della specie fornitrice di schiavi (*Formica fusca*) e venivano respinte con forza. Qualche volta fino a tre di queste formiche si aggrappavano alle zampe di una *Formica sanguinea*, cacciatrice di schiavi. Queste ultime uccidevano crudelmente i loro piccoli oppositori e portavano i corpi morti nel loro nido, lontano ventinove iarde, come cibo, ma fu impedito loro di prendere delle pupe da allevare come schiave. Allora, scavando, presi una piccola porzione delle pupe di *Formica fusca* da un altro nido e le deposi in uno spazio libero vicino al luogo del combattimento: i tiranni subito se ne impadronirono e le portarono via, pensando forse che, dopotutto, avevano vinto la loro ultima battaglia.

In quella medesima occasione deposi nello stesso luogo un piccolo numero di pupe di un'altra specie, *Formica flava*, mentre alcune di queste piccole formiche gialle erano ancora attaccate ai frammenti del nido. Come ha descritto il signor Smith, qualche volta, anche se raramente, questa specie viene fatta schiava. Pur essendo molto piccola è assai coraggiosa e l'ho vista attaccare altre formiche con ferocia. In un'occasione trovai con sorpresa una comunità indipendente di *Formica flava* sotto un sasso che si trovava presso un nido della *Formica sanguinea*, catturatrice di schiavi. Quando accidentalmente disturbai entrambi i nidi, le formiche piccole attaccarono le loro grandi vicine con un coraggio sorprendente. Ora ero curioso di accertare se la *Formica sanguinea* poteva distinguere le pupe della *Formica fusca*, che solitamente rendono schiava, da quelle della piccola e feroce *Formica flava*, che invece catturano di rado; e fu subito evidente che le riconoscevano, perché mentre — come abbiamo visto — si erano impadronite con determinazione delle pupe della *Formica fusca*, si mostrarono invece terrorizzate quando si imbatterono nelle pupe o anche solo nel terreno proveniente dal nido della *Formica flava*, e corsero via in fretta. Circa un quarto d'ora dopo, tuttavia, non appena le piccole formiche gialle se ne furono andate via, presero coraggio e portarono via le pupe.

Una sera visitai un'altra comunità di *Formica sanguinea*, e trovai un certo numero di queste formiche che entravano nel nido portando dei cadaveri di *Formica fusca* (cosa che mostrava che non si trattava di una migrazione) e numerose pupe. Seguì la fila che tornava carica di bottino per circa quaranta iarde, fino a una macchia di erica da dove vidi l'ultimo individuo di *Formica sanguinea* emergere portando una pupa, ma nella folta erica non riuscì a trovare il nido devastato. Però doveva essere vicino, perché due o tre individui di *Formica fusca* stavano correndo in giro con grande agitazione, e uno era appollaiato immobile, con la sua pupa in bocca, in cima a un ramoscello di erica sopra la sua casa saccheggiata.

Questi sono i fatti, che non richiedevano una conferma da parte mia, relativi al sorprendente istinto di fare schiavi. Si osservi il contrasto tra le abitudini istintive della *Formica sanguinea* e quelle della *Formica rufescens*. Quest'ultima non costruisce il proprio nido, non decide le migrazioni, non raccoglie cibo per sé e per i suoi piccoli, e non sa nutrirsi: dipende interamente dai suoi numerosi schiavi. La *Formica sanguinea*, d'altra parte, possiede molti meno schiavi, pochissimi all'inizio dell'estate. I padroni decidono quando e dove si dovrà fare un nuovo nido e trasportano gli schiavi quando migrano. Tanto in Svizzera quanto in Inghilterra gli schiavi sembrano i soli a prendersi cura delle larve, e soltanto i padroni si impegnano nelle spedizioni per catturare schiavi. In Svizzera schiavi e padroni lavorano insieme, realizzando e portando materiali per il nido: entrambi, ma soprattutto gli schiavi, allevano e — per così dire — mungono i loro afidi, così che entrambi raccolgono cibo per la comunità. In Inghilterra soltanto i padroni lasciano abitualmente il nido per raccogliere i materiali da costruzione e il cibo per se stessi, i loro schiavi e le larve; in Inghilterra, quindi, ricevono assai meno servizi dagli schiavi rispetto a quanto accade in Svizzera.

Non cercherò di fare congetture sui passaggi mediante i quali ha avuto origine l'istinto della *Formica sanguinea*. Ma poiché — come ho avuto modo di vedere — anche le formiche che non fanno schiavi si portano via le pupe di altre specie se le trovano abbandonate vicino al loro nido, è possibile che alcune pupe, originariamente prese come cibo, siano cresciute; e le formiche, così involontariamente allevate, abbiano poi seguito il loro istinto e si siano messe a fare il lavoro di cui erano capaci. Se la loro presenza risultava vantaggiosa per la specie che se ne era impadronita — se era più vantaggioso per questa specie catturare dei lavoratori piuttosto che generarli — è possibile che l'abitudine originaria di raccogliere pupe come cibo sia stata rinforzata dalla selezione naturale e resa permanente allo scopo assai diverso di fare schiavi. Una volta acquisito l'istinto, anche se in misura minore rispetto a quanto avviene nella *Formica sanguinea* della Gran

Bretagna (che, come abbiamo visto, viene aiutata dagli schiavi meno di quanto avvenga per la stessa specie in Svizzera), non vedo difficoltà nell'ammettere che la selezione naturale lo abbia aumentato e modificato (sempre supponendo che ogni modifica sia utile alla specie) fino alla formazione di una formica che dipende in maniera tanto abietta dai suoi schiavi come la *Formica rufescens*.

L'istinto di costruire cellette nell'ape domestica — Non mi addentrerò qui nei dettagli più minuti dell'argomento, ma illustrerò soltanto le conclusioni a cui sono pervenuto. Deve essere davvero insensibile chi non è colto da un'entusiastica ammirazione di fronte alla squisita struttura di un favo, splendidamente adatta al suo scopo. I matematici ci dicono che le api hanno risolto praticamente un problema astruso e hanno realizzato le loro cellette con una forma tale da contenere la più grande quantità di miele con il minor consumo possibile della preziosa cera impiegata per costruirle. È Stato notato che un abile operaio, con gli attrezzi e le misure giuste, troverebbe assai difficile realizzare delle cellette di cera di forma appropriata, mentre una folla di api, pur lavorando in un alveare buio, sanno realizzarle alla perfezione. Immaginate tutti gli istinti che volete, ma a un primo esame sembra del tutto inconcepibile che le api riescano a fare gli angoli e i piani necessari, o anche solo a percepire quando hanno la forma giusta. La difficoltà, tuttavia, non è così grande come appare a un primo sguardo: credo si possa dimostrare che questo splendido lavoro presuppone pochi, semplici istinti.

Sono stato spinto a indagare questo argomento dal signor Waterhouse, che ha mostrato come la forma delle cellette sia in stretta relazione con la presenza di altre cellette vicine: quel che segue può essere forse considerato come una semplice versione modificata della sua teoria. Consideriamo il grande principio dei passaggi gradualmente e vediamo se la natura non ci rivela il metodo con cui opera. A una estremità di una piccola serie troviamo i **bombi**, che usano i loro vecchi bozzoli per tenere il miele, aggiungendovi qualche volta dei corti tubi di cera e realizzando altresì cellette molto irregolarmente arrotondate. All'altra estremità della serie abbiamo le cellette dell'ape domestica, disposte in un doppio strato: ogni celletta, si sa, è un prisma esagonale con gli spigoli basali delle sei facce smussati così da unirsi in una piramide formata da tre rombi. Questi rombi hanno determinati angoli e i tre che formano la base piramidale di una singola celletta su un lato del favo concorrono a comporre le basi delle tre cellette contigue sul lato opposto. Nella serie compresa tra l'estrema perfezione delle cellette dell'ape domestica e la semplicità di quelle del bombo, abbiamo le cellette della *Melipona domestica*

messicana, descritte con cura e raffigurate da Pierre Huber. La stessa *Melipona* presenta una struttura intermedia tra l'ape domestica e il bombo, ma è più vicina a quest'ultimo: essa forma un favo di cera quasi regolare, composto di cellette cilindriche in cui vengono fatti nascere i piccoli e in più alcune grandi cellette di cera per tenere il miele. Queste ultime sono quasi sferiche e all'incirca delle stesse dimensioni, e sono raggruppate a formare una massa irregolare. Ma la cosa importante da notare è che queste cellette sono sempre realizzate a una distanza tale tra loro che si intersecherebbero o penetrerebbero l'una dentro l'altra se le sfere fossero state completate; ma ciò non avviene mai, perché le api costruiscono sempre delle pareti di cera perfettamente piatte tra le sfere che tendono a intersecarsi. Perciò ogni celletta consiste di una porzione sferica esterna e di due, tre o più superfici perfettamente piatte, a seconda che sia contigua ad altre due, tre o più cellette. Quando una celletta entra in contatto con altre tre cellette — cosa che avviene necessariamente molto spesso, perché le sfere hanno all'incirca le stesse dimensioni — le tre superfici piatte si uniscono in una piramide; e questa piramide, come ha notato [Huber](#), è chiaramente un'imitazione grossolana della base piramidale a tre lati della celletta dell'ape domestica. Come nelle cellette dell'ape domestica, anche qui le tre superfici piane di ogni singola celletta concorrono alla costruzione delle tre cellette contigue. Ovviamente costruendo in questo modo la *Melipona* risparmia cera, perché le pareti piatte tra le cellette contigue non sono doppie, ma hanno lo stesso spessore delle porzioni sferiche esterne, pur essendo parte di due cellette.

Riflettendo su questo caso, ho pensato che se la *Melipona* costruisse le sue sfere a una determinata distanza l'una dall'altra, se le realizzasse di dimensioni uguali e le organizzasse simmetricamente in un doppio strato, la struttura risultante sarebbe probabilmente perfetta come quella del favo dell'ape domestica. Ho scritto dunque al professor [Miller](#), di Cambridge, e questo esperto di geometria ha gentilmente controllato la seguente affermazione — ricavata sulla base di sue informazioni — e mi ha confermato che è del tutto corretta.

Si diano un certo numero di sfere uguali con i rispettivi centri disposti su due strati paralleli, con il centro di ogni sfera posto alla distanza del raggio per $\sqrt{2}$, ovvero raggio per 1,41421 (o a una distanza un poco inferiore) dai centri delle sei sfere circostanti sullo stesso strato, e alla stessa distanza dai centri delle sfere contigue nell'altro strato parallelo; allora, se si formano dei piani d'intersezione tra le diverse sfere di entrambi gli strati, si otterrà un doppio strato di prismi esagonali uniti insieme da basi piramidali formate da tre rombi; e i rombi e i lati dei prismi esagonali avranno angoli identici a quelli

ricontrati con le migliori misurazioni condotte sulle cellette dell'ape domestica.

Possiamo dunque concludere tranquillamente che, se potessimo modificare lievemente gli istinti già posseduti dalla *Melipona*, che di per sé non sono particolarmente straordinari, quest'ape produrrebbe una struttura meravigliosamente perfetta come quella dell'ape domestica. Dobbiamo supporre, a tal fine, che la *Melipona* si metta a costruire cellette perfettamente sferiche e di uguali dimensioni; il che non sarebbe molto sorprendente, dal momento che in qualche misura già lo fa e considerando le tane perfettamente cilindriche che molti insetti possono realizzare nel legno (apparentemente, ruotando attorno a un punto fisso). Dobbiamo supporre, inoltre, che la *Melipona* disponga le sue cellette su strati piani, come già fa con le sue cellette cilindriche. E dobbiamo supporre ancora — e questa è la difficoltà maggiore — che essa possa valutare con cura a quale distanza tenersi dalle sue compagne mentre molte stanno facendo le loro sfere. Ma essa è già in grado di valutare le distanze, abbastanza da tracciare le sue sfere in modo che si intersechino ampiamente e poi unire i punti d'intersezione con delle superfici perfettamente piane. Dobbiamo ancora supporre, ma questo non è difficile, che dopo aver costruito dei prismi esagonali mediante l'intersezione di sfere contigue nello stesso strato, essa possa prolungare gli esagoni a qualunque distanza necessaria per tenere la riserva di miele, nello stesso modo in cui il rude bombo aggiunge dei cilindri di cera alla bocca circolare dei suoi vecchi bozzoli. Con queste modificazioni degli istinti, di per sé non molto straordinarie — non più di quelle che guidano un uccello nella realizzazione del nido —, credo che l'ape domestica abbia acquisito, mediante la selezione naturale, le sue inimitabili capacità di architetto.

Questa teoria può essere messa alla prova con un esperimento. Seguendo l'esempio del signor [Tegetmeier](#), ho separato due favi ponendo tra essi una lunga e spessa striscia di cera a sezione quadrata: immediatamente le api cominciarono a scavarvi delle piccole cavità circolari e, mentre scavavano in profondità, le allargavano sempre di più, trasformandole in fossette poco profonde (che allo sguardo sembravano perfettamente sferiche, o parti di una sfera) del diametro di circa una celletta. Era per me interessantissimo osservare che, dove diverse api avevano cominciato a scavare queste fossette una vicina all'altra, esse avevano cominciato il loro lavoro a una distanza tale l'una dall'altra che, quando le fossette avevano raggiunto la larghezza menzionata sopra (cioè circa la larghezza di una celletta ordinaria), e come profondità erano circa un sesto del diametro della sfera di cui formavano una parte, i bordi delle fossette si intersecavano o penetravano uno dentro l'altro. Appena ciò si verificava, le api

smettevano di scavare e cominciarono a costruire delle pareti di cera piatte sulle linee d'intersezione tra le fossette, così che ogni prisma esagonale era costruito sul bordo festonato di una fossetta liscia, anziché sui bordi diritti di una piramide a tre facce come nelle cellette ordinarie.

Misi poi nell'alveare, al posto dello spesso pezzo squadrato di cera, una striscia sottile e stretta come un coltello, colorata di vermiglio. Le api cominciarono subito a scavare sui due lati delle piccole fossette una vicina all'altra, come prima; ma la striscia di cera era così sottile che i fondi delle fossette, se fossero state scavate alla stessa profondità dell'esperimento precedente, si sarebbero rotti da parte a parte. Le api, tuttavia, non lasciarono che ciò accadesse e interruppero per tempo gli scavi. Così che le fossette, appena un poco profonde, avevano un fondo piatto, e questo fondo, formato da piccole piastre sottili di cera vermiglia che non era stata rosicchiata, si trovava, per quanto l'occhio poteva giudicare, esattamente lungo i piani immaginari d'intersezione tra le fossette poste sui lati opposti della striscia di cera. In alcune parti, tra le fossette opposte erano stati lasciati solo piccoli pezzetti di una piastra a forma di rombo, in altre, invece, larghe porzioni; ma il lavoro, data la situazione innaturale, non era stato eseguito con cura. Le api dovevano aver lavorato pressappoco allo stesso ritmo sui due lati opposti della striscia di cera vermiglia, perché avevano rosicchiato via circolarmente la cera approfondendo le fossette sui due lati in modo da lasciare delle piastre piatte tra le fossette stesse, interrompendo il lavoro lungo i piani intermedi, o piani d'intersezione.

Considerato quanto è duttile la cera sottile, non credo sia difficile immaginare che le api, quando sono al lavoro sui due lati di una striscia di cera, percependo quando hanno rosicchiato via la cera fino alla spessore appropriato, interrompano il lavoro. Nei favi comuni mi sembra che le api non riescano sempre a lavorare allo stesso ritmo sui lati opposti; ho infatti notato, alla base di una celletta appena cominciata, dei rombi completati solo a metà che erano leggermente concavi da un lato, dove suppongo che le api avessero scavato troppo in fretta, e convessi sul lato opposto, dove le api avevano lavorato più lentamente. In un caso ben evidente rimisi il favo nell'alveare e consentii alle api di continuare il lavoro per un poco, poi esaminai di nuovo la celletta e trovai che la piastra a forma di rombo era stata completata ed era diventata *perfettamente piatta*: data l'estrema sottigliezza della piccola piastra romboidale, era assolutamente impossibile che il risultato fosse stato ottenuto rosicchiando via il lato convesso; e suppongo che in casi del genere le api stiano nelle cellette opposte e pieghino e spingano la cera duttile e calda (il che si può fare facilmente, come ho provato) nel suo piano intermedio, in modo tale

da appiattirla.

Dall'esperienza con la striscia di cera vermiglia possiamo vedere chiaramente che, se le api dovessero costruire esse stesse una sottile parete di cera, potrebbero fare le cellette della forma giusta, stando alla distanza giusta l'una dall'altra, scavando alla stessa velocità e cercando di fare delle cavità sferiche uguali, senza consentire mai alle sfere di penetrare una dentro l'altra. Ora le api, come si vede chiaramente esaminando il bordo di un favo in costruzione, fabbricano, in effetti, una sorta di muro o bordo circolare tutt'intorno al favo, che rosicchiano al suo interno dai lati opposti, lavorando sempre in modo circolare man mano che scavano ogni celletta. Non costruiscono l'intera base piramidale a tre lati di una qualunque celletta nello stesso tempo, ma soltanto la piastra a forma di rombo che sta all'estremo margine in fabbricazione, oppure due piastre, come capita; e non completano mai il bordo superiore delle piastre romboidali finché non hanno cominciato le pareti esagonali. Alcune di queste affermazioni differiscono da quelle del giustamente celebre [Huber](#) il vecchio, ma sono convinto della loro accuratezza; e, se avessi spazio, potrei mostrare che si accordano con la mia teoria.

Per quanto posso giudicare, l'affermazione di Huber, secondo cui la prima celletta viene scavata a partire da una piccola parete di cera dai lati paralleli non è del tutto corretta, perché ho sempre constatato che si comincia piuttosto da un piccolo cappuccio di cera; ma non entrerò qui in questi dettagli. Constatiamo quale importanza ha lo scavo nella costruzione delle cellette, ma sarebbe un grave errore supporre che le api non possano costruire un grossolano muro di cera nella giusta posizione, cioè lungo il piano d'intersezione tra due sfere contigue. Ho diversi campioni che mostrano che esse sono certamente in grado di farlo. Anche nel grossolano muro periferico di cera, di forma circolare, che sta intorno a un favo in costruzione, a volte si osservano dei piegamenti che corrispondono per posizione ai piani delle romboidali piastre alla base delle future cellette. Ma il muro grossolano di cera deve in ogni caso essere terminato mediante profonde fossette rosicchiate su entrambi i lati. Il modo in cui le api costruiscono è curioso: esse costruiscono sempre il primo muro grossolano con uno spessore dieci o venti volte superiore a quello della sottilissima parete della celletta finita. Capiremo meglio come lavorano se supponiamo che dei muratori prima alzino un'ampia parete di cemento, e poi ne livellino via una parte da entrambi i lati, vicino a terra, finché nel mezzo non resti che un sottile muro liscio, sulla cima del quale essi continuino ad ammassare il cemento tolto e ad aggiungerne di nuovo. Avremo così un muro sottile che cresce con regolarità verso l'alto, ma sempre coronato da una gigantesca cimasa. Poiché tutte le cellette, tanto quelle appena cominciate quanto quelle finite, sono coronate da

una robusta cimasa di cera, le api possono affollarsi e strisciare sul favo senza danneggiare le delicate pareti esagonali, il cui spessore è circa la quattrecentesima parte di un pollice, mentre le piastre della base piramidale hanno uno spessore all'incirca doppio. Con questa singolare maniera di costruire si conferisce continuamente forza al favo, economizzando al massimo sulla cera.

A un primo sguardo, può sembrare che il fatto che molte api lavorino tutte insieme renda più difficile capire come vengono costruite le cellette; dopo aver lavorato per un po' a una celletta, un'ape passa infatti a un'altra, così che, come ha affermato [Huber](#), una ventina di individui sono impegnati nel lavoro fin dalla costruzione della prima celletta. Ho potuto dimostrare praticamente questo fatto coprendo i bordi delle pareti esagonali di una singola celletta, o il margine estremo del bordo circolare del favo in costruzione, con uno strato sottilissimo di cera vermiglia sciolta; e ho trovato immancabilmente che il colore veniva diffuso delicatamente dalle api — con la delicatezza che userebbe un pittore con il pennello —, osservando che particelle di cera colorata erano state prelevate dal posto in cui la cera era stata depositata e infilate nei bordi in costruzione delle cellette vicine. Il lavoro di costruzione sembra una sorta di equilibrio realizzato tra tante api che stanno tutte alla stessa distanza l'una dall'altra, tutte cercano di scavare sfere uguali, e poi costruiscono, o lasciano non rosicchiati, i piani d'intersezione tra le sfere. Era davvero curioso notare la frequenza con cui, in casi difficili come quando due pezzi del favo s'incontrano con un certo angolo, le api demolivano completamente una celletta per poi ricostruirla in modi diversi, ricorrendo talvolta a una forma che avevano prima scartato.

Quando le api hanno un posto in cui possono stare nella giusta posizione per lavorare — per esempio su una striscia di legno posta esattamente sotto la metà di un favo che cresce all'ingiù, così che il favo deve essere costruito su una delle facce della striscia — esse possono gettare le fondamenta del muro di un nuovo esagono precisamente nel posto voluto, sporgendosi oltre le altre cellette completate. È sufficiente che le api possano stare alle dovute distanze tra loro e rispetto alle pareti delle ultime cellette completate, perché esse, tracciando delle sfere immaginarie, costruiscano un muro intermedio tra le due sfere contigue. Ma, per quanto ho potuto vedere, non rosicchiano via e non finiscono mai gli angoli di una celletta finché non sono state costruite gran parte sia di quella celletta sia delle altre cellette contigue. Questa capacità delle api di elevare, in certe circostanze, un muro grossolano nel posto adatto tra due cellette appena cominciate è importante, perché rinvia a un fatto che a un primo sguardo sembra in grado di sovvertire la teoria precedente:

quello, cioè, che le cellette al margine estremo dei favi delle vespe sono talvolta esattamente esagonali. Ma non ho lo spazio qui per entrare nell'argomento. E, del resto, non mi sembra che comporti una grande difficoltà per un singolo insetto (com'è il caso della vespa regina) costruire delle cellette esagonali, se lavora alternativamente dentro e fuori tra due o tre cellette cominciate insieme, mantenendosi sempre alla distanza appropriata dalle cellette appena cominciate, scavando sfere o cilindri e costruendo piani intermedi. Si può anche concepire che un insetto, fissando un punto dal quale cominciare una celletta, e poi spostandosi fuori, prima in un punto e poi in cinque altri — alla dovuta distanza dal punto centrale e da ciascuno degli altri — tracci dei piani d'intersezione e realizzi così un esagono isolato. Ma non mi risulta che un caso del genere sia mai stato osservato; inoltre non si ricaverebbe alcun vantaggio dalla costruzione di un singolo esagono, dato che per costruirlo servirebbero più materiali di quelli richiesti per la realizzazione di un cilindro.

Poiché la selezione naturale agisce soltanto mediante l'accumulazione di lievi modificazioni della struttura o dell'istinto, ognuna vantaggiosa per l'individuo nelle sue condizioni di vita, ci si può chiedere ragionevolmente come una lunga e graduale successione di istinti architettonici modificati, tendenti tutti all'attuale, perfetto piano di costruzione, possa aver avvantaggiato i progenitori dell'ape domestica. Penso che la risposta non sia difficile: è noto che le api sono spesso sottoposte a una forte sollecitazione a procurarsi una quantità sufficiente di nettare, e il signor [Tegetmeier](#) mi ha informato che è stato verificato sperimentalmente che, per secernere una singola libbra di cera, un alveare di api consuma una quantità compresa tra le dodici e le quindici libbre di zucchero secco; pertanto, per poter secernere la cera necessaria alla costruzione dei favi, le api di un alveare devono raccogliere e consumare una prodigiosa quantità di nettare liquido. Inoltre, durante il processo di secrezione, molte api devono restare inattive. Una scorta abbondante di miele è indispensabile per sostenere un gran numero di api durante l'inverno; e si sa che la sicurezza dell'alveare dipende principalmente dall'elevato numero di api. Dunque il risparmio della cera, consentendo un abbondante risparmio di miele, deve essere un importante elemento di successo per ogni famiglia di api. Naturalmente il successo di qualsiasi specie di api potrà di fatto dipendere dal numero dei suoi parassiti, da altri nemici, o da altre cause, e potrà quindi essere indipendente dalla quantità di miele che le api riescono a raccogliere. Ma si supponga che quest'ultima circostanza determini, come probabilmente avviene spesso, il numero di [bombi](#) che possono esistere in un paese; si supponga inoltre che la comunità sopravviva durante l'inverno e abbia dunque bisogno di una

riserva di miele: non ci può essere dubbio, in questo caso, che sarebbe un vantaggio per il nostro bombo se una lieve modificazione dell'istinto gli consentisse di realizzare le sue cellette di cera una vicina all'altra, così da intersecarsi un poco; perché una parete in comune anche a due sole celle contigue consentirebbe di risparmiare un po' di cera. Sarebbe ancor più vantaggioso per il nostro bombo realizzare delle cellette sempre più regolari, più vicine e aggregate a formare una massa come quelle della *Melipona*, perché in questo caso una larga parte della superficie delimitante di ogni celletta servirebbe a delimitare anche altre cellette, permettendo il risparmio di molta cera. Per la stessa causa, di nuovo, sarebbe vantaggioso alla *Melipona* essere in grado di costruire le sue cellette più vicine e, in ogni modo, più regolari di quanto lo siano ora; in quel caso infatti, come abbiamo visto, le superfici sferiche sparirebbero del tutto e sarebbero sostituite da superfici piane, e la *Melipona* avrebbe un favo perfetto come quello dell'ape domestica. Oltre questo stadio di perfezione architettonica la selezione naturale non potrebbe spingersi, perché, per quanto possiamo vedere, il favo dell'ape domestica è assolutamente perfetto per economizzare sulla cera.

Così, io credo, il più meraviglioso fra tutti gli istinti conosciuti, quello dell'ape domestica, può essere spiegato dal fatto che la selezione naturale ha tratto vantaggio da tante piccole modificazioni successive di istinti più semplici. Infatti, attraverso una serie di lenti passaggi graduali, la selezione naturale ha portato le api a scavare nella cera, sempre più perfettamente, delle sfere uguali poste a una certa distanza l'una dall'altra in doppio strato, e a costruire e lavorare la cera lungo i piani d'intersezione. Le api, naturalmente, non si saranno rese conto di scavare le sfere a una particolare distanza l'una dall'altra, né tantomeno dell'ampiezza degli angoli dei prismi esagonali e delle piastre romboidali di base. La forza motrice del processo di selezione naturale è stata l'economia di cera; il singolo sciame che sprecava meno miele per la secrezione della cera avrà avuto più successo e avrà trasmesso per eredità il nuovo istinto economico acquisito a nuovi sciami, che a loro volta avranno avuto le migliori possibilità di successo nella lotta per l'esistenza.

Senza dubbio si potrebbero opporre alla teoria della selezione naturale molti istinti di assai difficile spiegazione. Casi in cui non possiamo vedere come un istinto si possa essere originato; casi in cui non si sa se esistano gradazioni intermedie; casi di istinti di importanza apparentemente tanto trascurabile che è difficile pensare che la selezione naturale possa aver agito su di essi; casi di istinti quasi identici in animali così lontani nella scala della natura, che non possiamo spiegare la loro somiglianza con l'eredità da un comune antenato, e dobbiamo dunque credere che siano stati acquisiti

mediante atti indipendenti dalla selezione naturale. Non mi soffermerò qui su questi diversi casi, ma mi limiterò a una particolare difficoltà, che mi era sembrata in principio insuperabile — o, meglio, addirittura fatale — per la mia intera teoria. Alludo ai neutri, o femmine sterili, presenti nelle comunità degli insetti; questi neutri, infatti, spesso differiscono molto per istinti e struttura sia dai maschi sia dalle femmine feconde, e tuttavia, in quanto sterili, non possono propagare il loro tipo.

L'argomento merita sicuramente di essere discusso a lungo, ma qui considererò soltanto un caso, quello delle formiche operaie o sterili. Una difficoltà è come le operaie siano state rese sterili; ma non è una difficoltà molto maggiore di quella posta da qualsiasi altra sorprendente modificazione di struttura, perché si può dimostrare che, allo stato di natura, alcuni insetti e altri animali articolati diventano qualche volta sterili; e nell'ipotesi che questi insetti fossero sociali, e che fosse risultato vantaggioso per la comunità che ogni anno nascesse un certo numero di individui capaci di lavorare ma incapaci di procreare, non mi è difficile ammettere che la selezione naturale avrebbe potuto realizzarlo. Devo sorvolare, tuttavia, su questa difficoltà preliminare. La grande difficoltà sta nel fatto che le formiche operaie differiscono ampiamente sia dai maschi sia dalle femmine feconde tanto per struttura — nella forma del torace, nella mancanza di ali e, qualche volta, di occhi — quanto per istinti. Per quanto riguarda i soli istinti, la differenza prodigiosa tra le operaie e le femmine perfette sarebbe stata esemplificata molto meglio dall'ape domestica. Se una formica operaia o un altro insetto neutro fosse stato un animale in condizioni ordinarie, avrei supposto senza esitazione che tutte le sue caratteristiche dovevano essere state acquisite lentamente per selezione naturale; ossia che era nato un individuo con qualche modificazione di struttura lievemente vantaggiosa poi ereditata dai suoi discendenti e che questi, a loro volta, erano stati soggetti a variazioni e di nuovo selezionati, e così via. Ma nel caso della formica operaia abbiamo un insetto che differisce grandemente dai suoi genitori eppure è assolutamente sterile, per cui non potrà mai trasmettere ai suoi discendenti le modificazioni di struttura o degli istinti acquisite successivamente. Ci si può dunque ben chiedere com'è possibile riconciliare questo caso con la teoria della selezione naturale.

In primo luogo mi sia consentito ricordare che, tanto nelle nostre produzioni domestiche quanto allo stato di natura, abbiamo innumerevoli esempi di ogni sorta di differenze di struttura che sono correlate a certe età e a uno o all'altro dei sessi. Abbiamo differenze correlate non solo a un sesso, ma anche al breve periodo durante il quale il sistema riproduttivo è attivo, come nel piumaggio nuziale degli uccelli e nelle mandibole uncinato del maschio del salmone.

Abbiamo anche piccole differenze nelle corna di differenti razze di bovini, in rapporto a una condizione del sesso maschile artificialmente imperfetta; i buoi di certe razze, infatti, hanno corna più lunghe di quelli di altre, a confronto con i tori o le vacche di quelle stesse razze. Perciò non vedo una reale difficoltà nel fatto che qualche carattere sia diventato correlato alla condizione sterile di certi membri delle comunità di insetti: la difficoltà sta nel comprendere come queste modificazioni correlate di struttura sia siano potute accumulare lentamente per opera della selezione naturale.

Questa difficoltà, benché apparentemente insuperabile, diminuisce — o, come credo, sparisce del tutto — tenendo a mente che la selezione può essere applicata alla famiglia come all'individuo, e può raggiungere il fine desiderato per quella via. Così un vegetale dal buon sapore viene cucinato e l'individuo sparisce, ma l'orticoltore ha sparso i semi della stessa famiglia e si aspetta di ottenere all'incirca la stessa varietà; gli allevatori di bestiame desiderano che la carne e il grasso siano ben marezzati insieme: l'animale con questa caratteristica viene ucciso, ma l'allevatore ricorre con fiducia alla stessa famiglia. Ho una tale fiducia nei poteri della selezione che non dubito che una razza di bestiame, che produce sempre buoi con le corna straordinariamente lunghe, possa essersi lentamente formata perché si è controllato con cura quali tori e vacche, accoppiandosi, hanno prodotto i buoi con le corna più lunghe; eppure nessun bue ha mai potuto propagare il suo tipo. Lo stesso è accaduto, io credo, con gli insetti sociali: una lieve modificazione di struttura o di istinto, correlata con la condizione sterile di alcuni membri della comunità, è stata vantaggiosa per la quella comunità. Di conseguenza, i maschi e le femmine feconde della stessa comunità hanno prosperato e hanno trasmesso alla loro prole feconda una tendenza a produrre membri sterili con la stessa modificazione. E credo che questo processo si sia ripetuto finché si è prodotta quell'enorme quantità di differenze tra le femmine feconde e quelle sterili della stessa specie che vediamo in molti insetti sociali.

Ma finora non abbiamo affrontato la difficoltà più grave, vale a dire il fatto che gli insetti neutri di diverse formiche differiscono non solo dalle femmine e dai maschi fecondi, ma anche tra di loro, qualche volta in misura incredibile, e sono così divisi in due o addirittura tre caste. Le caste, per di più, non passano generalmente per gradi l'una nell'altra, ma sono perfettamente ben definite, essendo distinte l'una dall'altra come lo sono due specie qualsiasi dello stesso genere o, meglio ancora, come due generi della stessa famiglia. Così tra gli *Eciton* ci sono operai neutri e soldati neutri con mandibole e istinti straordinariamente diversi. Nei *Cryptocerus* soltanto gli operai di una casta portano una sorta di meraviglioso scudo sulla testa, il cui uso ci è del tutto sconosciuto. Nel *Myrmecocystus* messicano le operaie di una

casta non lasciano mai il nido, sono nutrite dalle operaie di un'altra casta e hanno un addome enormemente sviluppato che secerne una specie di miele, che prende il posto di quello prodotto dagli [afidi](#) — il bestiame domestico, potremmo dire — che le nostre formiche europee proteggono o tengono in prigionia.

Si penserà che ripongo una fiducia eccessiva nel principio della selezione naturale, se non ammetto che fatti meravigliosi e ben accertati come questi annientino la mia teoria. Si consideri il caso più semplice degli insetti neutri, tutti appartenenti a una casta o a uno stesso tipo, che la selezione naturale ha reso differenti, come credo sia possibile, dai maschi e dalle femmine fecondi. In questo caso possiamo tranquillamente concludere, per analogia con le variazioni ordinarie, che probabilmente ogni modificazione successiva, lieve e vantaggiosa, non sarà comparsa già fin dall'inizio in tutti gli individui neutri dello stesso nido, ma soltanto in pochi. E possiamo supporre che, mediante la prolungata selezione di progenitori fecondi che producevano il maggior numero di insetti neutri con tale modificazione vantaggiosa, tutti i neutri siano infine pervenuti a possedere il carattere desiderato. Secondo questa concezione dovremmo trovare occasionalmente, nello stesso nido, insetti neutri della stessa specie che presentano gradazioni di struttura. Ed è ciò che riscontriamo abbastanza spesso, considerando quanti pochi insetti neutri fuori d'Europa sono stati esaminati con cura. Il signor F. Smith ha mostrato le differenze sorprendenti, per le dimensioni e talora per il colore, tra i neutri di parecchie formiche della Gran Bretagna, e ha osservato che le forme estreme talvolta possono essere collegate perfettamente insieme da individui presi dal medesimo nido: io stesso ho confrontato le perfette gradazioni di questo tipo. Spesso accade, tra le operaie, che le più numerose siano quelle di dimensioni maggiori oppure le più piccole; o, ancora, che siano numerose sia le grandi che le piccole, mentre quelle intermedie sono poche. La *Formica flava* ha operaie grandi e piccole, e poche di dimensioni intermedie. In questa specie, come ha osservato il signor Smith, le operaie più grandi hanno occhi semplici (ocelli) che, per quanto piccoli, si distinguono bene, mentre quelle più piccole hanno ocelli rudimentali. Dopo aver dissezionato con cura diversi esemplari di queste operaie, posso affermare che nelle più piccole gli occhi sono molto più rudimentali di quanto si possa spiegare chiamando semplicemente in causa le loro dimensioni proporzionalmente ridotte; e sono del tutto convinto, anche se non oso affermarlo in termini altrettanto perentori, che le operaie di dimensioni intermedie abbiano gli ocelli in una condizione esattamente intermedia. In questo caso abbiamo dunque nello stesso nido due gruppi di operaie sterili che differiscono non solo nelle dimensioni, ma anche negli organi della vista, e che tuttavia sono

collegati da alcuni membri che si trovano in una condizione intermedia. Posso aggiungere che, se le operaie più piccole fossero state le più utili per la comunità, e se fossero stati selezionati con continuità i maschi e le femmine che producevano in maggior numero le operaie più piccole finché tutte le operaie si fossero trovate in quella condizione, allora avremmo avuto una specie di formica con i neutri in condizione molto simile a quella della *Myrmica*. Le operaie della *Myrmica*, infatti, non hanno neppure i rudimenti degli ocelli, anche se i maschi e le femmine di questo genere hanno ocelli ben sviluppati.

Posso citare un altro caso: ero talmente sicuro di trovare delle gradazioni in importanti punti di struttura tra le differenti caste di neutri della stessa specie, che ho accettato volentieri l'offerta del signor Smith di numerosi esemplari presi dallo stesso nido della *formica scacciatrice* (*Anomma*) dell'Africa occidentale. Il lettore forse coglierà meglio la quantità di differenze tra queste operaie se fornirò, anziché delle misurazioni, un'illustrazione accurata. La differenza è la stessa che potremmo osservare se dovessimo vedere un gruppo di lavoratori intenti a costruire una casa alcuni dei quali fossero alti cinque piedi e quattro pollici, mentre altri sedici piedi; inoltre, i lavoratori più alti dovrebbero avere la testa quattro (anziché, proporzionalmente, tre) volte più grande di quella degli uomini più piccoli, e delle mandibole cinque volte più grandi. Le mandibole delle formiche operaie di diverse dimensioni, inoltre, differiscono enormemente per la configurazione, come pure per la forma e il numero dei denti. Ma il fatto importante per noi è che, se anche le operaie possono essere raggruppate in caste di dimensioni diverse, esse tuttavia passano per gradi impercettibili l'una nell'altra, come accade per la struttura assai diversificata delle loro mandibole. Su quest'ultimo punto posso pronunciarmi con sicurezza, perché il signor Lubbock ha fatto per me, con la camera lucida, dei disegni delle mandibole che avevo dissezionato da operaie di diverse dimensioni.

In base a questi fatti, credo che la selezione naturale, agendo su progenitori fecondi, possa formare una specie che produce regolarmente dei neutri, tutti di grandi dimensioni e con una certa forma di mandibola, o tutti piccoli con mandibole di struttura assai differente; o infine — e questa è la nostra difficoltà maggiore — un insieme di operaie di una certa dimensione e struttura, e simultaneamente un altro insieme di operaie con dimensioni e struttura diverse. In questo modo si deve essere formata dapprima una serie graduata, come nel caso della *formica scacciatrice*, e poi le forme estreme, prodotte in numero sempre maggiore mediante la selezione naturale dei progenitori che le generavano, in quanto più utili per la comunità, finché non ne è stata più prodotta alcuna con una struttura

intermedia.

Così ha avuto origine, credo, il fatto meraviglioso di due caste ben definite di operaie sterili, entrambe assai diverse tra loro e dai progenitori, che vivono nello stesso nido. Per vedere quanto può essere stata utile la loro produzione per una comunità sociale di insetti, possiamo richiamarci allo stesso principio per cui la divisione del lavoro è utile all'uomo civilizzato. Poiché le formiche lavorano con istinti ereditari e con utensili o armi ereditate — e non mediante conoscenza acquisita e utensili fabbricati —, nel loro caso una perfetta divisione del lavoro poteva essere realizzata solo se i lavoratori erano sterili; se infatti fossero stati fecondi, si sarebbero incrociati, e i loro istinti e le loro strutture si sarebbero mescolati. La natura, credo, ha realizzato questa ammirevole divisione del lavoro nelle comunità delle formiche con i mezzi della selezione naturale. Ma devo confessare che, nonostante la grande fiducia che ripongo in questo principio, se il caso degli insetti neutri non mi avesse convinto della cosa, non avrei mai supposto che la selezione naturale potesse essere efficiente fino a questo punto. Ho discusso dunque il caso in questione con qualche ampiezza, peraltro insufficiente, per mostrare il potere della selezione naturale, e anche perché questa è di gran lunga la più grave tra le difficoltà particolari con cui la mia teoria deve misurarsi. Il caso è molto interessante, anche perché prova che negli animali, come nelle piante, una modificazione di struttura di qualsiasi grado può essere realizzata mediante l'accumulazione di numerose, lievi e, per così dire, accidentali variazioni, in qualsiasi modo vantaggiose, senza che entrino in gioco l'esercizio o l'abitudine. Perché nessuna quantità di esercizio, abitudine o volizione, nei membri del tutto sterili di una comunità, può aver influenzato la struttura o gli istinti dei membri fecondi, i soli a lasciare discendenti. Mi stupisce che nessuno abbia utilizzato il caso probante degli insetti neutri contro la ben nota dottrina di Lamarck.

Riassunto — In questo capitolo ho cercato brevemente di mostrare che le qualità mentali dei nostri animali domestici variano e che le variazioni vengono ereditate. Ancor più brevemente ho cercato di mostrare che allo stato di natura gli istinti variano lievemente. Nessuno metterà in discussione che gli istinti abbiano la massima importanza per ogni animale. Non vedo quindi difficoltà ad ammettere che, in condizioni di vita soggette a cambiamento, la selezione naturale accumulerà, in qualunque misura, le piccole modificazioni dell'istinto che vadano in una qualsiasi direzione utile. In alcuni casi, probabilmente, sono entrati in gioco l'abitudine, oppure l'uso e il non uso. Non presumo che i fatti presentati in questo capitolo

rafforzino in modo significativo la mia teoria; ma, per quanto posso giudicare, nessuna delle difficoltà menzionate la può annientare. D'altra parte, tendono piuttosto a corroborare la mia teoria i seguenti fatti: gli istinti non sono sempre assolutamente perfetti e sono soggetti a errori; nessun istinto è stato prodotto per il bene esclusivo di altri animali, ma ogni animale trae vantaggio dagli istinti degli altri; il principio della storia naturale per cui «natura non facit saltum» è applicabile agli istinti come alle strutture corporee, e si può spiegare facilmente in base alle precedenti affermazioni, mentre altrimenti rimane inspiegabile.

La teoria, inoltre, è rafforzata da alcuni altri fatti relativi agli istinti, come quello comune per cui delle specie strettamente affini, ma certamente diverse, che abitano parti del mondo lontane e vivono in condizioni di vita notevolmente differenti, spesso conservano comunque istinti quasi identici. In base al principio dell'eredità, per esempio, possiamo comprendere come mai il tordo del Sud America ricopre il nido di fango nella stessa maniera peculiare del tordo della Gran Bretagna; come mai i maschi dello scricciolo (*Troglodytes*) del Nord America costruiscono nidi riservati al maschio che vi si appollaia, così come fanno i maschi dei nostri peculiari [scriccioli](#) «Kitty» (abitudine del tutto diversa da quella di qualsiasi altro uccello conosciuto). Infine, non sarà forse una deduzione logica, ma per quanto posso immaginare è di gran lunga più soddisfacente considerare gli istinti come quello del giovane cuculo che getta fuori dal nido i fratelli di latte, delle formiche che fanno schiavi e delle larve degli icneumoni che si nutrono dentro il corpo vivo dei bruchi, non come istinti ricevuti in dote o creati appositamente, ma come piccole conseguenze di un'unica legge generale che porta all'avanzamento di tutti gli esseri organici. Una legge che dice: moltiplicatevi, variate, viva il più forte e muoia il più debole.

CAPITOLO VIII

IBRIDISMO

Distinzione tra la sterilità dei primi incroci e quella degli ibridi — Sterilità di grado variabile, non universale, influenzata dall'ibridazione tra individui strettamente affini, rimossa dall'addomesticamento — Leggi che governano la sterilità degli ibridi — La sterilità non è una proprietà speciale, ma dipende da altre differenze — Cause della sterilità dei primi incroci e degli ibridi — Parallelismo tra gli effetti delle mutate condizioni di vita e degli incroci — Fecondità delle varietà incrociate e della loro discendenza bastarda — Ibridi e bastardi confrontati indipendentemente dalla loro fecondità — Riassunto del capitolo

È opinione generale tra i naturalisti che le specie, quando si incrociano, siano particolarmente sterili, per impedire la confusione tra le forme organiche. A un primo sguardo questa opinione sembra probabile, perché le specie dello stesso paese difficilmente si manterrebbero distinte se fossero in grado di incrociarsi liberamente. Alcuni scrittori, di recente, hanno sottovalutato l'importanza del fatto che gli ibridi sono perlopiù sterili. Per la teoria della selezione naturale la questione è particolarmente importante, dato che la sterilità degli ibridi non può essere di alcun vantaggio per loro e, dunque, non può essere stata acquisita mediante la conservazione continua di gradi successivi e vantaggiosi di sterilità. Tuttavia, spero di riuscire a dimostrare che la sterilità non è una particolare qualità acquista o data in dote, ma è connessa ad altre differenze acquisite.

Nel trattare questo argomento sono state generalmente confuse due classi di fatti che, in larga misura, sono fundamentalmente differenti: vale a dire, la sterilità di due specie quando si incrociano per la prima volta e la sterilità degli ibridi da esse prodotti.

Le specie pure hanno naturalmente gli organi della riproduzione in condizioni perfette, eppure quando si incrociano non producono prole, oppure ne producono poca. Gli ibridi, d'altra parte, hanno organi riproduttivi funzionalmente impotenti, come si può vedere chiaramente nella condizione dell'elemento maschile sia nelle piante sia negli animali; e questo anche se gli organi stessi, per quanto può rivelare il microscopio, hanno una struttura perfetta. Nel primo caso i due elementi sessuali che concorrono a formare l'embrione sono perfetti, nel secondo l'uno o l'altro non sono per nulla sviluppati o lo sono imperfettamente. Quando si deve considerare la causa della sterilità, comune ai due casi, questa distinzione è importante. È stata

trascurata probabilmente perché in entrambi i casi la sterilità è stata considerata come una proprietà speciale, che va oltre il dominio delle nostre capacità intellettive.

La fecondità delle varietà — cioè delle forme di cui si sa, o si suppone, che siano discese da progenitori comuni — quando vengono incrociate, e analogamente la fecondità della loro prole bastarda, sono importanti per la mia teoria quanto lo è la sterilità delle specie, perché sembra segnare una distinzione profonda e chiara tra varietà e specie.

In primo luogo, dunque, occorre fare qualche osservazione sulla sterilità delle specie quando vengono incrociate e della loro prole ibrida. È impossibile studiare le numerose memorie e le opere di due osservatori coscienziosi e ammirevoli come [Kölreuter](#) e Gärtner, che hanno dedicato quasi tutta la vita a questo argomento, senza restare profondamente colpiti dalla notevolissima diffusione di un certo grado di sterilità. Kölreuter considera la regola della sterilità come universale; ma poi taglia il nodo della questione, perché, esaminati dieci casi in cui ha trovato che due forme, ritenute dalla maggior parte degli autori specie distinte, sono feconde tra loro, le classifica senza esitazione come varietà. Anche Gärtner considera la regola della sterilità come universale, ma mette in discussione la completa fecondità dei dieci casi considerati da Kölreuter. In questi come in tanti altri casi, però, Gärtner è costretto a contare con cura i semi per mostrare che vi è un certo grado di sterilità. Egli confronta sempre il massimo numero di semi prodotti da due specie incrociate e dalla loro prole ibrida con il numero medio prodotto da entrambe le specie progenitrici allo stato di natura. Ma qui, mi sembra, si introduce una seria fonte di errore: per essere ibridata, una pianta deve essere castrata e, cosa spesso ancora più importante, deve essere tenuta isolata, per impedire che il polline di altre piante vi sia trasportato a opera degli insetti. Quasi tutte le piante su cui Gärtner ha fatto esperimenti erano in vaso ed erano conservate chiaramente in una stanza della sua casa. È indubbio che queste procedure sono spesso dannose per la fecondità di una pianta; infatti Gärtner elenca nella sua tabella una ventina di casi di piante da lui castrate e fecondate artificialmente con il loro stesso polline, metà delle quali (escludendo tutti i casi in cui, come nelle leguminose, c'è una riconosciuta difficoltà a manipolarle) subirono danni di diverso grado rispetto alla loro fecondità. Inoltre, poiché Gärtner per molti anni ha incrociato la primula e la primula odorosa, che abbiamo molte ragioni di ritenere delle varietà, e soltanto una o due volte è riuscito a ottenere dei semi fecondi; e poiché ha trovato assolutamente sterili tra loro la comune anagallide rossa e quella azzurra (*Anagallis arvensis* e *coerulea*), che i migliori botanici classificano come varietà; mi sembra che sia consentito dubitare che molte altre specie, se incrociate, siano

veramente così sterili come ritiene Gärtner.

È certo, da un lato, che la sterilità di diverse specie, se incrociate, è molto varia e cambia di grado in modo impercettibile, e, dall'altro, che la fecondità delle specie pure viene così facilmente influenzata da varie circostanze che, ai fini pratici, è assai difficile dire dove finisca la perfetta fecondità e dove cominci la sterilità. Credo che non ci sia prova migliore al riguardo di quella rappresentata dal fatto che i due osservatori più esperti in materia, vale a dire Kölreuter e Gärtner, sono arrivati a conclusioni diametralmente opposte a proposito della stessa specie. È anche altamente istruttivo confrontare — ma non ho spazio qui per entrare nei dettagli — le testimonianze addotte dai migliori botanici sulla questione se certe forme dubbie debbano essere considerate specie oppure varietà, con le prove della fecondità addotte da diversi ibridatori, o dallo stesso autore sulla base di esperimenti realizzati in anni diversi. Si può così mostrare che né la sterilità né la fecondità consentono una chiara distinzione tra specie e varietà, ma che le testimonianze ricavate da questa fonte sfumano gradualmente e sono dubbie quanto quelle ricavate da altre differenze costituzionali e strutturali.

Quanto alla sterilità degli ibridi nelle generazioni successive, Gärtner — pur essendo riuscito ad allevarne alcuni, impendendo loro con cura di incrociarsi con l'uno o con l'altro dei progenitori puri per sei o sette generazioni, e in un caso per dieci — afferma categoricamente che la loro fecondità non è mai aumentata, anzi è generalmente diminuita di molto. Non dubito che le cose stiano in genere così e che la fecondità diminuisca spesso rapidamente nelle primissime generazioni. Nondimeno credo che in tutti questi esperimenti la fecondità sia stata ridotta da una causa indipendente, cioè da incroci tra individui imparentati. Ho raccolto una quantità così grande di fatti che mostrano che l'incrocio tra individui imparentati diminuisce la fecondità, mentre un incrocio occasionale con un individuo o una varietà distinta aumenta la fecondità, che non posso dubitare della correttezza di questa teoria quasi universalmente diffusa tra gli allevatori. Raramente gli sperimentatori allevano numeri elevati di ibridi; e poiché le specie progenitrici, o altri ibridi affini, crescono generalmente nello stesso giardino, le visite degli insetti devono essere impedito con cura durante la fioritura: perciò a ogni generazione gli ibridi saranno fecondati generalmente dal loro stesso polline, e sono convinto che ciò risulterà dannoso per la loro fecondità, già diminuita dall'origine ibrida. Mi sostiene in questa convinzione un'affermazione notevole fatta ripetutamente da Gärtner secondo la quale, se anche i meno fecondi tra gli ibridi vengono fecondati artificialmente con polline ibrido dello stesso tipo, la loro fecondità, nonostante i cattivi effetti spesso prodotti dalla

manipolazione, qualche volta aumenta decisamente e continua ad aumentare. Ora, nella fecondazione artificiale il polline viene preso casualmente (come so per esperienza personale) altrettanto spesso dalle antere di un altro fiore come da quelle dello stesso fiore che si deve fecondare, per cui si realizza un incrocio tra due fiori, sebbene spesso appartenenti alla stessa pianta. Inoltre, quando sono in corso complicati esperimenti, attenti osservatori come Gärtner avranno castrato i loro ibridi e questo avrà assicurato a ogni generazione un incrocio con il polline di un fiore diverso, sia della stessa pianta che di un'altra pianta anch'essa ibrida. E così lo strano fatto rappresentato dall'aumento di fecondità nelle generazioni successive di ibridi *fecondati artificialmente* può, io credo, essere spiegato perché si è evitata la riproduzione tra individui imparentati.

Ora consideriamo i risultati ottenuti dall'onorevole reverendo W. [Herbert](#), che nella scala della competenza può essere considerato il terzo ibridatore. Nel concludere che alcuni ibridi sono perfettamente fecondi, egli è altrettanto esplicito di quanto lo sono Kölreuter e Gärtner nell'affermare che un certo grado di sterilità tra specie distinte è una legge universale della natura. Herbert ha fatto esperimenti su alcune specie studiate anche da Gärtner. La differenza nei risultati ottenuti può essere spiegata in parte, credo, con la grande abilità di Herbert come orticoltore e con il fatto che egli abbia utilizzato delle serre. Citerò come esempio una sola delle sue numerose affermazioni importanti, vale a dire che «ogni ovulo in un baccello di [Crinum](#) *capense* fecondato da *Crinum revolutum* ha prodotto una pianta, cosa che (egli afferma) non ho mai visto verificarsi nel caso della sua fecondazione naturale». Qui abbiamo dunque una perfetta — o addirittura più che comunemente perfetta — fecondità in un primo incrocio tra due specie distinte.

Il caso del *Crinum* mi induce a menzionare un fatto assai singolare, vale a dire che ci sono delle piante singole, come in certe specie di [Lobelia](#) e in tutte le specie del genere *Hippeastrum*, che possono essere fecondate molto più facilmente dal polline di un'altra specie distinta che dal proprio. Si è scoperto, infatti, che queste piante producono semi se fecondate dal polline di una specie distinta, mentre sono sterili se fecondate dal proprio, sebbene quest'ultimo sia risultato perfettamente sano, in quanto in grado di fecondare specie distinte. Ne consegue che alcune piante singole e tutti gli individui di certe specie possono essere molto più facilmente ibridati che fecondati dal loro stesso polline! Per esempio, un bulbo di *Hippeastrum aulicum* produsse quattro fiori; tre furono fecondati da Herbert con il loro stesso polline e il quarto fu successivamente fecondato con il polline di un ibrido misto, che discendeva da altre tre specie distinte. Il risultato fu che «gli ovari dei primi tre fiori smisero presto di crescere e dopo

alcuni giorni perirono del tutto, mentre il baccello impregnato con il polline dell'ibrido ebbe una crescita vigorosa, progredì rapidamente verso la maturazione e produsse dei buoni semi, che vegetavano liberamente». In una lettera del 1839, il signor Herbert mi disse che aveva ripetuto l'esperimento per cinque anni; e continuò a ripeterlo per diversi anni ancora, ottenendo sempre lo stesso risultato. Il risultato è stato confermato anche da altri osservatori nel caso dell'*Hippeastrum* con i suoi sottogeneri, e nel caso di alcuni altri generi, come *Lobelia*, *Passiflora* e *Verbascum*. Sebbene le piante in questi esperimenti apparissero perfettamente sane, e benché tanto gli ovuli quanto il polline dello stesso fiore fossero perfettamente fecondi nei confronti di altre specie, essi erano tuttavia funzionalmente imperfetti nell'agire su se stessi; per questo motivo dobbiamo concludere che le piante fossero in uno stato innaturale. Questi fatti mostrano comunque come talvolta la minore o maggiore fecondità delle specie quando vengono incrociate rispetto a quando si fecondano da sole dipenda da cause minime e misteriose.

Gli esperimenti pratici degli orticoltori, sebbene non eseguiti con precisione scientifica, meritano una certa attenzione. È nota la maniera complicata in cui sono state incrociate le specie di *Pelargonium*, *Fuchsia*, *Calceolaria*, *Petunia*, *Rhododendron* ecc.; eppure molti di questi ibridi producono regolarmente semi. Per esempio, Herbert afferma che un ibrido di *Calceolaria integrifolia* e *plantaginea*, due specie diversissime per le abitudini generali, «si riproduceva perfettamente come se fosse stato una specie naturale delle montagne del Cile». Ho cercato con fatica di accertare il grado di fecondità di alcuni incroci complessi tra rododendri, e ho constatato che molti di essi sono perfettamente fecondi. Il signor C. Noble, per esempio, mi informa che coltiva degli esemplari ottenuti per innesto di un ibrido tra il *Rhododendron Ponticum* e il *Catawbiense*, e che questo ibrido «produce semi con tutta l'abbondanza che si può immaginare». Se gli ibridi, trattati convenientemente, subissero un declino della fecondità a ogni generazione successiva, come crede Gärtner, il fatto sarebbe tristemente noto tra gli orticoltori. Gli orticoltori coltivano grandi aiuole degli stessi ibridi, e solo questi vengono trattati nel modo opportuno, perché grazie all'azione degli insetti molti individui della stessa varietà ibrida possono incrociarsi liberamente tra loro, evitando così l'influenza dannosa dell'incrocio tra individui imparentati. Chiunque può convincersi subito dell'efficienza dell'azione degli insetti esaminando i fiori dei tipi più sterili di rododendri ibridi, che non producono polline: sui loro stigmi troverà infatti in abbondanza il polline proveniente da altri fiori.

Per quanto riguarda gli animali, la sperimentazione attenta è stata molto minore che per le piante. Se possiamo fidarci delle nostre

classificazioni — cioè se i generi degli animali sono altrettanto distinti l'uno dall'altro quanto lo sono i generi delle piante — allora possiamo dedurre che gli animali più lontani nella scala della natura possono essere incrociati più facilmente delle piante; ma i loro ibridi, credo, sono più sterili. Dubito che ci sia un solo caso ben accertato di un ibrido animale perfettamente fecondo. Si deve tenere presente tuttavia che, poiché pochi animali si riproducono liberamente in cattività, sono stati fatti pochi esperimenti accurati. Per esempio, il canarino è stato incrociato con nove diverse specie di fringuelli, ma poiché nessuna di queste specie si riproduce liberamente in cattività, non abbiamo diritto di aspettarci che i primi incroci tra essi e i canarini, o i loro ibridi, siano perfettamente fecondi. Inoltre, a proposito della fecondità nelle generazioni successive degli animali ibridi più fecondi, non conosco nemmeno un caso in cui due famiglie dello stesso ibrido siano state allevate contemporaneamente da progenitori diversi per evitare gli effetti dannosi della riproduzione tra individui imparentati. Al contrario, fratelli e sorelle sono stati normalmente incrociati a ogni generazione successiva, nonostante le continue ammonizioni degli allevatori. E, date queste premesse, non ci sorprende affatto che la sterilità inerente agli ibridi abbia continuato ad aumentare. Se agissimo in questo stesso modo, e accoppiassimo fratelli e sorelle nel caso di qualsiasi animale puro, che per qualche ragione abbia una minima tendenza alla sterilità, la razza scomparirebbe certamente in pochissime generazioni.

Anche se non conosco alcun caso ben accertato di ibridi animali fecondi, ho ragione di credere che gli ibridi ottenuti dal *Cervulus vaginalis* e dal *Reevesii*, e quelli ottenuti dal *Phasianus colchicus* con il *Phasianus torquatus* e il *Phasianus versicolor*, siano perfettamente fecondi. Gli ibridi ottenuti dall'oca comune e dall'oca cinese (*Anser cygnoides*), specie tanto diverse che generalmente sono classificate in generi distinti, si sono spesso riprodotti nel nostro paese con l'uno o l'altro progenitore puro, e in un caso si sono riprodotti *tra loro*. Ciò fu realizzato dal signor Eyton, che allevò due ibridi provenienti dagli stessi progenitori ma da covate diverse, e da questi due uccelli crebbero in una nidiata non meno di otto ibridi (nipoti delle *ocche* pure). In India, tuttavia, queste *ocche* di razze incrociate devono essere molto più feconde, perché due giudici altamente competenti, cioè il signor Blyth e il capitano Hutton, mi assicurano che interi branchi di quelle *ocche* incrociate sono allevati in varie parti del paese; e poiché vengono allevate, per trarne profitto, in luoghi dove non esistono le specie progenitrici pure, devono essere molto feconde.

I naturalisti moderni hanno accettato in larga misura una dottrina, formulata inizialmente da *Pallas*, secondo la quale la maggior parte dei nostri animali domestici è discesa da due o più specie originarie,

che si sono combinate mediante l'incrocio. Secondo questa concezione le specie originarie devono aver prodotto fin dall'inizio degli ibridi piuttosto fecondi, oppure gli ibridi allo stato domestico devono essere diventati fecondi in generazioni successive. Quest'ultima alternativa mi sembra la più probabile e sono incline a credere che sia vera, anche se non poggia su testimonianze dirette. Sono convinto, per esempio, che i nostri cani siano discesi da diversi ceppi selvatici; eppure, forse con l'eccezione di certi cani domestici indigeni del Sud America, tutti sono perlopiù fecondi tra loro; e l'analogia mi fa dubitare che all'inizio le diverse specie originarie si siano riprodotte insieme liberamente, dando vita a ibridi fecondi. Così, ancora, c'è ragione di ritenere che il bestiame europeo e quello indiano con la gobba siano fecondi tra loro; ma in base ai fatti comunicatimi dal signor Blyth penso che debbano essere considerate specie distinte. Secondo questa concezione dell'origine di molti nostri animali domestici, dobbiamo o rinunciare a credere alla sterilità pressoché universale delle distinte specie animali incrociate, oppure dobbiamo considerare la sterilità non come una caratteristica indelebile, ma come una caratteristica che può essere rimossa dall'addomesticamento.

Infine, considerando tutti i fatti accertati sull'incrocio delle piante e degli animali, si può concludere che qualche grado di sterilità, sia nei primi incroci che negli ibridi, è generalmente diffuso; ma, allo stato attuale della nostra conoscenza, non possiamo dire che si tratti di una caratteristica assolutamente universale.

Leggi che governano la sterilità dei primi incroci e degli ibridi — Considereremo ora un po' più in dettaglio le circostanze e le regole che governano la sterilità dei primi incroci e degli ibridi. Lo scopo principale sarà di vedere se queste regole indicano o meno che le specie sono state dotate di questa qualità per impedire che si incrocino e si mescolino insieme nella più totale confusione. Le regole e le conclusioni che seguono sono tratte principalmente dall'ammirevole opera di [Gärtner](#) sull'ibridazione delle piante. Mi sono dato molto da fare per accertare in che misura le regole si possano applicare agli animali e, considerando quanto è limitata la nostra conoscenza degli animali ibridi, mi ha sorpreso constatare quanto generalmente le stesse regole valgano per entrambi i regni.

Si è già notato che il grado di fecondità, sia dei primi incroci sia degli ibridi, passa gradualmente da zero fino alla perfetta fecondità. È sorprendente in quanti modi curiosi si può mostrare l'esistenza di questa gradazione, ma qui possiamo solo limitarci a delineare i fatti nel modo più sommario. Quando il polline ottenuto dalla pianta di una famiglia viene posto sullo stigma di una pianta di una famiglia

distinta, non esercita più influenza di quella che eserciterebbe una pari quantità di polvere inorganica. Da questo grado di fecondità pari a zero, il polline di specie diverse dello stesso genere, applicato allo stigma di certe specie, produce un numero di semi tali da formare una perfetta gradazione fino a una fecondità quasi o del tutto completa; e, come abbiamo visto in qualche caso anomalo, perfino a un eccesso di fecondità, che va oltre quella prodotta dal polline della stessa pianta. Così, negli stessi ibridi, ce ne sono alcuni che non hanno mai prodotto — e che probabilmente non produrranno mai — neppure con il polline di uno o dell'altro dei loro progenitori puri, un solo seme fecondo. Ma in alcuni di questi casi si può trovare una prima traccia di fecondità, per il fatto che il polline di una delle specie progenitrici pure fa sì che il fiore dell'ibrido avvizzisca prima del solito; e si sa che l'appassire del fiore è un segno di fecondazione incipiente. Da questo grado estremo di sterilità abbiamo degli ibridi autofecondati che producono un numero sempre maggiore di semi, fino a raggiungere una perfetta fecondità.

Gli ibridi ottenuti da due specie che è assai difficile incrociare, e che raramente proliferano, sono generalmente molto sterili, ma il parallelismo tra la difficoltà di fare un primo incrocio e la sterilità degli ibridi così prodotti — due classi di fatti che vengono generalmente confuse — non è assolutamente rigoroso. Ci sono molti casi in cui due specie pure possono essere unite con facilità inconsueta e produrre così una numerosa prole ibrida, che però risulta notevolmente sterile. D'altra parte, ci sono specie che possono essere incrociate assai raramente o con estrema difficoltà, ma gli ibridi, quando vengono infine prodotti, sono molto fecondi. Anche nell'ambito di uno stesso genere, per esempio il *Dianthus*, si verificano questi due casi opposti.

La fecondità, tanto dei primi incroci quanto degli ibridi, è influenzata da condizioni sfavorevoli più facilmente di quanto avviene con la fecondità delle specie pure. Ma il grado di fecondità è similmente variabile per circostanze innate; esso, infatti, non è sempre uguale quando le stesse due specie vengono incrociate in circostanze simili, ma dipende in parte dalla costituzione degli individui che sono stati scelti per l'esperimento. Lo stesso vale per gli ibridi, perché il loro grado di fecondità spesso varia notevolmente nei diversi individui provenienti da semi presenti nella stessa capsula e che sono stati esposti alle medesime condizioni.

Con l'espressione «affinità sistematica» s'intende la somiglianza di struttura e costituzione tra le specie, in particolare della struttura di quelle parti che hanno grande importanza per la fisiologia e differiscono poco nelle specie affini. Ora la fecondità dei primi incroci

tra specie, e degli ibridi da essi prodotti, è governata in larga misura dalla loro affinità sistematica. Ciò è mostrato chiaramente dal fatto che non sono mai stati ottenuti ibridi tra specie classificate in famiglie distinte, mentre d'altra parte le specie strettamente affini si uniscono in genere con facilità. Ma la corrispondenza tra l'affinità sistematica e la facilità dell'incrocio non è affatto rigorosa. Si potrebbero citare molti casi di specie strettamente affini che non si uniscono, o lo fanno con grande difficoltà, e casi di specie molto diverse che, al contrario, si uniscono con estrema facilità. Nella stessa famiglia può esserci un genere, come *Dianthus*, in cui moltissime specie possono essere incrociate facilmente, e un altro genere, come *Silene*, in cui, nonostante gli sforzi più perseveranti, non si è riusciti a produrre un solo ibrido tra specie estremamente vicine. Anche nell'ambito dello stesso genere ci imbattiamo in questa diversità. Per esempio, le molte specie di *Nicotiana* sono state incrociate più abbondantemente delle specie di qualsiasi altro genere, ma Gärtner ha riscontrato che la *Nicotiana acuminata*, una specie non particolarmente distinta, si rifiutava ostinatamente di fecondare o di essere fecondata da ben otto altre specie di *Nicotiana*. E si potrebbero riferire molti altri fatti analoghi.

Nessuno è stato in grado di precisare quale tipo o grado di differenza, in qualsiasi carattere riconoscibile, sia sufficiente per impedire a due specie di incrociarsi. Si può dimostrare che piante diversissime per abitudini e aspetto generale, e che hanno differenze ben marcate in ogni parte del fiore e perfino nel polline, nel frutto e nei cotiledoni, possono essere incrociate. Piante annuali e perenni, alberi a foglie decidue e sempreverdi, piante che abitano regioni diverse e sono adatte a climi estremamente differenti, possono spesso essere incrociate con facilità.

Con incrocio reciproco tra due specie intendo il caso in cui, per esempio, uno stallone viene incrociato con un asino femmina, e poi un asino maschio viene incrociato con una cavalla: si può dire allora che le due specie sono state incrociate reciprocamente. La facilità degli incroci reciproci è spesso soggetta a una grandissima differenza. Si tratta di casi assai importanti, perché provano che la capacità di due qualsiasi specie di incrociarsi è spesso del tutto indipendente dalla loro affinità sistematica, o da qualsiasi differenza riconoscibile nella loro organizzazione complessiva. D'altra parte, questi casi mostrano chiaramente che l'attitudine all'incrocio è collegata a differenze costituzionali, che noi non percepiamo e che sono circoscritte nel sistema riproduttivo. La differenza nel risultato degli incroci reciproci tra le stesse due specie venne osservata molto tempo fa da Kölreuter. Un esempio: la *Mirabilis jalappa* può essere fecondata facilmente dal polline della *Mirabilis longiflora*, e gli ibridi così prodotti sono

sufficientemente fecondi. Ma negli otto anni successivi Kölreuter provò per più di duecento volte a fecondare reciprocamente la *Mirabilis longiflora* con il polline della *Mirabilis jalappa* e fallì completamente. Si potrebbero citare altri casi altrettanto sorprendenti. **Thuret** ha osservato la stessa cosa con certe alghe o **fuci**. Gärtner, inoltre, ha riscontrato che la differenza nell'attitudine agli incroci reciproci è, seppure in grado minore, estremamente comune. Egli l'ha osservata anche tra forme tanto strettamente affini (come *Matthiola annua* e *Matthiola glabra*) da essere classificate da molti botanici soltanto come varietà. È un fatto degno di nota anche che gli ibridi ricavati da incroci reciproci, benché ovviamente composti dalle stesse due specie (perché una specie è stata usata prima come padre e poi come madre) presentano generalmente una piccola — ma talvolta grande — differenza di fecondità.

Si potrebbero citare diverse altre regole singolari formulate da Gärtner. Per esempio, alcune specie hanno una notevole capacità di incrociarsi con altre specie, e altre specie appartenenti a un medesimo genere hanno una notevole capacità di imprimere le loro sembianze sulla prole ibrida; ma queste due capacità non vanno affatto necessariamente insieme. Alcuni ibridi anziché avere, come accade di solito, un carattere intermedio tra i genitori, somigliano sempre moltissimo a uno di essi; e questi ibridi, che pure esternamente somigliano tanto a una delle specie progenitrici, sono — con rare eccezioni — estremamente sterili. Così, ancora, tra gli ibridi che hanno solitamente una struttura intermedia tra quella dei genitori, nascono talvolta degli individui singolari e anomali che somigliano strettamente a uno dei genitori puri. Questi ibridi, poi, sono quasi sempre del tutto sterili, anche quando gli altri ibridi ricavati da semi della stessa capsula hanno un notevole grado di fecondità. Questi fatti mostrano che la fecondità nell'ibrido è completamente indipendente dalla somiglianza esteriore con l'uno o l'altro dei progenitori puri.

Considerando le diverse regole ora fornite, che governano la fecondità dei primi incroci e degli ibridi, vediamo che, quando vengono unite delle forme che devono essere considerate specie genuine e distinte, la loro fertilità varia con gradi che vanno dallo zero a una perfetta fecondità, o addirittura in certe condizioni a una eccessiva fecondità; che la loro fecondità, oltre a essere particolarmente suscettibile a condizioni favorevoli o sfavorevoli, è variabile per circostanze innate; che non ha affatto sempre lo stesso grado nel primo incrocio e negli ibridi da esso prodotti; che la fecondità degli ibridi non è collegata al grado della loro somiglianza esteriore con l'uno o l'altro dei genitori; e infine, che la facilità con cui si può fare il primo incrocio tra due specie qualsiasi non è sempre governata dalla loro affinità sistematica o dal grado di somiglianza.

Quest'ultima affermazione è chiaramente dimostrata dagli incroci reciproci fra le stesse due specie, perché, a seconda che si usi l'una o l'altra specie come padre o come madre, vi è in genere qualche differenza nella facilità con cui si realizza l'unione. Gli ibridi prodotti da incroci reciproci, inoltre, differiscono spesso per fecondità.

Ora, queste regole complesse e singolari indicano forse che le specie sono state dotate di sterilità semplicemente per impedire che si confondano in natura? Penso di no. Se supponiamo che sia ugualmente importante per tutte le specie evitare di essere mescolate l'una con l'altra, perché la sterilità dovrebbe presentare tali estreme differenze di gradi quando varie specie vengono incrociate? Perché il grado di sterilità dovrebbe essere variabile per circostanze innate negli individui della stessa specie? Perché alcune specie dovrebbero incrociarsi con facilità per poi produrre ibridi perlopiù sterili, e altre incrociarsi con estrema difficoltà per poi produrre ibridi perlopiù fecondi? Perché dovrebbe esserci spesso una tale grande differenza nei risultati di un incrocio reciproco tra le stesse due specie? Perché, ci si potrebbe addirittura chiedere, è stata consentita la produzione di ibridi? Accordare alle specie la facoltà speciale di produrre ibridi, per poi frenare la loro ulteriore riproduzione mediante gradi diversi di sterilità, non strettamente collegati alla facilità della prima unione tra i genitori, sembra davvero una strana disposizione.

Le regole e i fatti precedenti, d'altra parte, mi sembrano indicare chiaramente che la sterilità, tanto dei primi incroci quanto degli ibridi, è semplicemente accidentale, cioè dipende da differenze sconosciute relative principalmente ai sistemi riproduttivi delle specie che vengono incrociate. Differenze che sono di natura così peculiare e limitata che, negli incroci reciproci tra due specie, l'elemento sessuale maschile di una agirà spesso liberamente sull'elemento femminile dell'altra ma non viceversa. Sarà meglio precisare un po' più dettagliatamente, con un esempio, che cosa intendo quando dico che la sterilità è connessa ad altre differenze, e non è una qualità di cui le specie sono dotate appositamente. Poiché la capacità di una pianta di essere innestata o fatta germogliare su un'altra è del tutto irrilevante per il suo benessere allo stato di natura, presumo che nessuno considererà questa capacità come una speciale qualità innata, ma si ammetterà che dipende da differenze nelle leggi della crescita delle due piante. Possiamo talvolta vedere la ragione per cui un albero non attecchirà su un altro, a causa delle differenze nel tasso di crescita, nella durezza dei legni, nel periodo del flusso o nella natura della linfa ecc.; ma in un gran numero di casi non siamo in grado di individuare alcuna ragione specifica. Una grande diversità nelle dimensioni di due piante, il fatto che una sia legnosa e l'altra erbacea, o una sempreverde e l'altra decidua, così come l'adattamento a climi assai

diversi, non impediscono sempre l'innesto tra le due. Come nell'ibridazione, così nell'innesto l'attitudine è limitata dall'affinità sistematica, perché nessuno è riuscito a innestare insieme alberi appartenenti a famiglie ben distinte; e, d'altra parte, specie strettamente affini e varietà della stessa specie possono, solitamente ma non invariabilmente, essere innestate con facilità. Ma, come l'ibridazione, anche questa capacità non è affatto governata solo dall'affinità sistematica. Mentre molti generi distinti, appartenenti alla stessa famiglia, sono stati innestati insieme, in altri casi specie dello stesso genere non hanno attecchito l'una sull'altra. Il [pero](#) può essere innestato molto più facilmente sul [cotogno](#), classificato come un genere distinto, che sul melo, che è un membro dello stesso genere. Inoltre differenti varietà di peri attecchiscono con gradi di facilità diversi sul cotogno, e così accade per diverse varietà dell'albicocco e del pesco su certe varietà del susino.

Come Gärtner ha riscontrato che, a volte, c'era nell'incrocio una differenza innata tra *individui* diversi delle stesse due specie, così [Sageret](#) ritiene che accada quando individui diversi delle stesse due specie sono innestati insieme. Come negli incroci reciproci la facilità di realizzare un'unione è spesso assai diseguale, così è anche nell'innesto. L'uva spina comune, per esempio, non può essere innestata sulla [sultanina](#), mentre la sultanina attecchirà, sia pure con difficoltà, sull'uva spina.

Abbiamo visto che la sterilità degli ibridi, che hanno gli organi riproduttivi in uno stato imperfetto, è un caso molto diverso dalla difficoltà di unire due specie pure, i cui organi riproduttivi sono invece perfetti; eppure questi casi distinti procedono fino a un certo punto in parallelo. Qualcosa di analogo si verifica con l'innesto; infatti Thouin ha riscontrato che tre specie di [Robinia](#), che producevano semi in abbondanza quando erano sulle loro radici e potevano essere innestate senza troppe difficoltà su un'altra specie, quando venivano innestate diventavano sterili. D'altra parte certe specie di [Sorbus](#), innestate su altre specie, danno il doppio dei frutti rispetto a quando crescono sulle loro stesse radici. Quest'ultimo fatto ci ricorda i casi straordinari dell'*Hipperastrum*, della *Lobelia* ecc., che danno semi molto più abbondantemente quando vengono fecondati con il polline di specie distinte che quando si autofecondano con il loro stesso polline.

Vediamo così che, anche se c'è una differenza chiara e fondamentale tra la semplice adesione di specie innestate e l'unione degli elementi maschile e femminile nell'atto della riproduzione, esiste tuttavia un sommario parallelismo tra i risultati dell'innesto e quelli dell'incrocio di specie distinte. E poiché dobbiamo considerare le curiose e complesse leggi che governano la facilità con cui gli alberi possono

essere innestati l'uno sull'altro come dipendenti da differenze sconosciute nei loro sistemi di vegetazione, così io credo che le leggi ancora più complesse che regolano la facilità dei primi incroci siano collegate a differenze sconosciute presenti principalmente nei loro sistemi riproduttivi. In entrambi i casi, come ci si poteva aspettare, queste differenze seguono in qualche misura l'affinità sistematica, con cui si cerca di esprimere ogni tipo di somiglianza e differenza tra gli esseri organici. Non mi sembra che i fatti indichino in alcun modo che la maggiore o minore difficoltà dell'innesto, come dell'incrocio, tra varie specie sia una proprietà speciale; anche se tale difficoltà è tanto importante, nel caso dell'incrocio, per la resistenza e la stabilità delle forme specifiche, quanto è irrilevante, nel caso dell'innesto, per il loro benessere.

Cause della sterilità dei primi incroci e degli ibridi — Possiamo ora considerare un po' più da vicino le probabili cause della sterilità dei primi incroci e degli ibridi. I due casi sono fondamentalmente diversi perché, come si è appena notato, nell'unione di due specie pure gli elementi sessuali maschile e femminile sono perfetti, mentre negli ibridi sono imperfetti. Anche nei primi incroci, la maggiore o minore difficoltà nella realizzazione di un'unione dipende apparentemente da diverse cause distinte. Qualche volta deve esserci un'impossibilità fisica che impedisce all'elemento maschile di raggiungere l'ovulo, come nel caso di una pianta dal pistillo troppo lungo perché i tubi pollinici raggiungano l'ovario. Si è anche osservato che, quando il polline di una specie è collocato sullo stigma di una specie lontanamente affine, i tubi pollinici, pur sporgendosi in fuori, non penetrano la superficie dello stigma. Inoltre l'elemento maschile può raggiungere l'elemento femminile, ma essere incapace di far sviluppare un embrione, come sembra essersi verificato in alcuni degli esperimenti di [Thuret](#) sui [fuci](#). Di questi fatti non abbiamo una spiegazione, come non siamo in grado di spiegare perché certi alberi non possono essere innestati su altri. Infine può anche svilupparsi un embrione che poi perisce in uno stadio iniziale. Quest'ultima possibilità non è stata sufficientemente presa in considerazione, ma io credo — in base alle osservazioni comunicatemi dal signor [Hewitt](#), che ha accumulato molta esperienza nell'ibridare uccelli della famiglia dei gallinacci — che la morte prematura dell'embrione sia una causa frequente di sterilità nei primi incroci. All'inizio ero assai riluttante ad ammettere questa ipotesi, perché gli ibridi, una volta nati, godono in genere di buona salute e vivono a lungo, come vediamo nel caso del comune mulo. Gli ibridi, tuttavia, si trovano in condizioni diverse prima e dopo la nascita: quando nascono e vivono nel paese in cui vivono abitualmente i loro genitori, essi sono perlopiù esposti a

condizioni di vita convenienti. Ma un ibrido condivide solo metà della natura e della costituzione della madre, e pertanto prima della nascita, finché è nutrito nel grembo materno o nell'uovo o nel seme da essa prodotto, può essere esposto a condizioni in qualche misura non convenienti e — di conseguenza — può essere soggetto a morire precocemente, soprattutto se si considera che gli esseri più giovani in generale sembrano particolarmente sensibili a condizioni di vita dannose o innaturali.

Per quanto riguarda la sterilità degli ibridi, in cui gli elementi sessuali sono imperfettamente sviluppati, il caso è assai diverso. Ho fatto riferimento più di una volta a una quantità di fatti, da me raccolti, i quali dimostrano che, quando gli animali e le piante sono tolti dalle loro condizioni naturali, è molto probabile che il loro sistema riproduttivo venga seriamente danneggiato. In effetti questo è l'impedimento maggiore che si oppone all'addomesticamento degli animali. Tra la sterilità così indotta e quella degli ibridi ci sono molti punti di somiglianza. In entrambi i casi la sterilità è indipendente dalle condizioni generali di salute ed è spesso accompagnata da dimensioni eccessive o da grande rigoglio. In entrambi i casi la sterilità si presenta in vari gradi; in entrambi l'elemento maschile è più soggetto a essere influenzato, ma qualche volta quello femminile lo è più del maschile. In entrambi la tendenza, in una certa misura, va d'accordo con l'affinità sistematica, perché interi gruppi di animali e piante sono resi impotenti dalle stesse condizioni innaturali, e interi gruppi di specie tendono a produrre ibridi sterili. D'altra parte una specie di un gruppo resisterà talvolta a grandi cambiamenti di condizioni, mantenendo una fecondità inalterata; e certe specie di un gruppo produrranno ibridi di inconsueta fecondità. Nessuno può dire, finché non prova, se un determinato animale si riprodurrà in cattività, o se una certa pianta darà semi in abbondanza quando verrà coltivata; così come nessuno può dire, finché non prova, se due specie qualsiasi di un certo genere produrranno ibridi più o meno sterili. Infine, quando gli esseri organici sono posti per diverse generazioni in condizioni per loro non naturali, sono estremamente soggetti a variare, cosa che mi sembra dovuta al fatto che il loro sistema riproduttivo è stato influenzato in modo particolare, anche se in misura minore rispetto a quando subentra la sterilità. Lo stesso accade con gli ibridi: nelle generazioni successive, infatti, essi sono particolarmente soggetti a variare, come hanno osservato tutti quelli che hanno fatto esperimenti in proposito.

Così vediamo che quando gli esseri organici sono posti in condizioni di vita nuove e non naturali, e quando gli ibridi sono prodotti mediante **incroci** innaturali tra due specie, il sistema riproduttivo, indipendentemente dallo stato generale di salute, è colpito da sterilità

in maniera molto simile. In un caso le condizioni di vita sono state turbate, anche se spesso in misura così leggera che non ce ne rendiamo conto; nell'altro caso, cioè quello degli ibridi, le condizioni esterne sono rimaste le stesse, ma l'organizzazione è stata turbata dal fatto che due strutture e costituzioni diverse sono state mescolate. È infatti praticamente impossibile che due organizzazioni vengano combinate senza che ne risulti un'alterazione nello sviluppo, nell'azione periodica o nelle relazioni reciproche delle differenti parti e organi, gli uni con gli altri o in rapporto alle condizioni di vita. Quando gli ibridi sono in grado di riprodursi *tra loro*, trasmettono alla prole di generazione in generazione questa stessa organizzazione composta, e dunque non dobbiamo sorprenderci se la loro sterilità, benché in qualche misura variabile, raramente diminuisce.

Dobbiamo confessare tuttavia che, al di là di qualche vaga ipotesi, non siamo in grado di capire diversi fatti a proposito della sterilità degli ibridi; per esempio, la fecondità diseguale degli ibridi prodotti dagli incroci reciproci, o la superiore sterilità di quegli ibridi che, occasionalmente ed eccezionalmente, somigliano moltissimo all'uno o all'altro dei progenitori puri. Non posso neppure sostenere che le precedenti osservazioni vadano alla radice del problema: non vi si dà alcuna spiegazione del perché un organismo, posto in condizioni innaturali, sia reso sterile. Tutto ciò che ho cercato di dimostrare è che in due casi, in qualche modo affini, la sterilità è il risultato comune: nel primo perché sono state turbate le condizioni di vita; nell'altro perché l'organizzazione è stata alterata dalla fusione di due organizzazioni in una sola.

Potrà sembrare fantasioso, ma sospetto che un simile parallelismo si estenda anche a una serie di fatti affini eppure molto diversi. È convinzione antica e quasi universale — fondata, credo, su un consistente insieme di testimonianze — che lievi cambiamenti nelle condizioni di vita siano benefici per tutti gli esseri viventi. Vediamo che agricoltori e giardinieri tengono conto di questa regola nei loro frequenti scambi di semi, tuberi ecc. da un terreno o da un clima a un altro e viceversa. Negli animali, durante la convalescenza, vediamo senz'altro che si ottengono grandi benefici praticamente da qualsiasi cambiamento delle abitudini di vita. Ancora, tanto nel caso delle piante che degli animali ci sono prove abbondanti che un incrocio tra individui ben distinti della stessa specie — cioè tra i membri di stirpi o sottospecie diverse — conferisce vigore e fecondità alla prole. Dai fatti menzionati nel quarto capitolo sono convinto che una certa dose di incroci è indispensabile anche negli [ermafroditi](#), e che la riproduzione tra parenti stretti, continuata per diverse generazioni, specialmente se questi sono tenuti nelle stesse condizioni di vita, induce sempre debolezza e sterilità nella prole.

Sembra dunque, da un lato, che lievi cambiamenti nelle condizioni di vita giovino a tutti gli esseri organici e, dall'altro, che lievi incroci — cioè incroci tra maschi e femmine della stessa specie, che siano stati soggetti a variazioni e siano diventati leggermente diversi — diano vigore e fecondità alla prole. Ma abbiamo visto che cambiamenti maggiori nelle condizioni di vita, o cambiamenti di natura particolare, spesso rendono gli esseri organici in qualche misura sterili; e che incroci più grandi — cioè incroci tra maschi e femmine che sono diventati assai diversi, o che addirittura differiscono per specie —, producono ibridi che sono generalmente, in qualche misura, sterili. Non riesco a convincermi che questo parallelismo sia accidentale o illusorio. Le due serie di fatti sembrano collegate insieme da qualche legame comune ma sconosciuto, essenzialmente legato al principio della vita.

Fecondità delle varietà quando sono incrociate e della loro prole bastarda — Si può sostenere con un'argomentazione molto valida che deve esserci qualche distinzione essenziale tra le specie e le varietà, e che deve esserci qualche errore in tutte le precedenti osservazioni, dato che le varietà, per quanto diverse tra loro nelle sembianze esteriori, si incrociano con perfetta facilità e producono una prole perfettamente feconda. Ammetto senz'altro che è quasi sempre così. Ma se consideriamo le varietà prodotte in natura, ci si presentano immediatamente delle difficoltà insormontabili, perché se si scopre che due forme considerate finora varietà mostrano un qualche grado di sterilità tra loro, esse saranno subito classificate dalla maggior parte dei naturalisti come due specie distinte. Per esempio, Gärtner afferma che l'anagallide azzurra e quella rossa, o la primula e la primula odorosa, che vengono considerate varietà da molti dei nostri migliori botanici, non sono del tutto feconde quando vengono incrociate, e perciò le classifica senz'altro come specie. Se perseveriamo in questo circolo vizioso, dovremo concludere che tutte le varietà prodotte in natura sono per definizione feconde.

Se ora consideriamo le varietà prodotte, o che si suppone siano state prodotte, allo [stato domestico](#), siamo di nuovo assaliti dai dubbi. Perché quando si afferma, per esempio, che il cane spitz tedesco si unisce con le volpi più facilmente degli altri cani, o che certi cani domestici indigeni del Sud America non si incrociano facilmente con i cani europei, la spiegazione che verrà in mente a tutti, e che probabilmente è vera, è che questi cani debbano essere discesi da diverse specie originariamente distinte. Nondimeno, la perfetta fecondità di tante varietà domestiche, in apparenza ampiamente differenti tra loro (per esempio quelle del colombo o del cavolo), è un

fatto degno di nota; tanto più se riflettiamo su quante specie, pur somigliando molto tra loro, sono affatto sterili quando vengono incrociate. Diverse considerazioni, tuttavia, rendono la fecondità delle varietà domestiche meno rimarchevole di quanto sembri a prima vista. In primo luogo si può mostrare chiaramente che le semplici differenze esteriori tra due specie non determinano il grado maggiore o minore di sterilità quando sono incrociate, e la stessa cosa può essere detta delle varietà domestiche. In secondo luogo, alcuni eminenti naturalisti ritengono che una prolungata domesticazione tenda a eliminare la sterilità nelle generazioni successive di quegli ibridi che all'inizio erano solo leggermente sterili; e, se le cose stanno così, certamente non dovremmo aspettarci che la sterilità appaia e scompaia in condizioni di vita analoghe. Infine — e questa mi sembra di gran lunga la considerazione più importante — nuove razze di animali e piante sono prodotte allo stato domestico dal potere metodico e inconsapevole di selezione esercitato dall'uomo per suo uso e piacere: egli non desidera, e in ogni caso non può, selezionare lievi differenze nel sistema riproduttivo, o altre differenze costituzionali collegate a quel sistema. Egli fornisce alle sue diverse varietà lo stesso cibo, le tratta all'incirca nella stessa maniera e non desidera alterare le loro abitudini generali di vita. La natura agisce uniformemente e lentamente per lunghi periodi di tempo sull'intera organizzazione, in qualsiasi modo possa essere vantaggioso per ciascuna creatura; essa può dunque modificare — direttamente o, com'è più probabile, indirettamente, tramite la correlazione — il sistema riproduttivo nei diversi discendenti di qualunque specie. Considerata la differenza tra il processo di selezione condotto dall'uomo e quello condotto dalla natura, non ci dobbiamo sorprendere di fronte a qualche diversità nel risultato.

Ho parlato finora come se le varietà della stessa specie fossero invariabilmente feconde quando vengono incrociate. Mi sembra però impossibile negare le prove a sostegno di un certo grado di sterilità nei casi seguenti, che riassumerò brevemente. Le prove sono almeno altrettanto valide di quelle in base alle quali ammettiamo la sterilità di una moltitudine di specie. Inoltre le prove arrivano da testimoni ostili, che in tutti gli altri casi considerano la fecondità e la sterilità criteri sicuri per la distinzione delle specie. Per diversi anni Gärtner ha fatto crescere insieme nel suo giardino una varietà nana di [mais](#) con i semi gialli e una varietà alta con i semi rossi, vicine l'una all'altra; e sebbene queste piante abbiano i sessi separati, non si sono mai incrociate naturalmente. Egli ha poi fecondato tredici fiori di una con il polline dell'altra, ma una sola infiorescenza ha prodotto dei semi, nella misura di appena cinque grani. In questo caso la manipolazione non poteva aver causato danni, perché le piante hanno i sessi separati.

Nessuno ha mai sospettato, suppongo, che queste varietà di mais siano specie distinte; ed è importante notare che le piante ibride così prodotte erano di per se stesse *perfettamente* feconde, per cui neppure Gärtner osò considerare le due varietà come specie distinte.

Girou de Buzareingues ha incrociato tre varietà di zucca, che come il mais ha i sessi separati, e afferma che la loro fecondazione reciproca è tanto più difficile quanto maggiori sono le differenze. Non so quanto siano affidabili questi esperimenti, ma le forme su cui essi sono stati fatti sono classificate come varietà da Sageret, che fonda la sua classificazione principalmente sulla prova della infecondità.

Il caso che segue è di gran lunga più rimarchevole, e a un primo sguardo sembra piuttosto incredibile; esso, tuttavia, è il risultato di un numero impressionante di esperimenti fatti per tanti anni su nove specie di *Verbascum* da un autore tanto eccellente come osservatore quanto ostile come testimone, Gärtner. Il risultato è che le varietà gialla e bianca della stessa specie di *Verbascum*, quando vengono incrociate, producono meno semi di quanti ne producono le altre varietà colorate quando sono fecondate con il polline proveniente dai loro stessi fiori colorati. Egli afferma, inoltre, che se le varietà gialla e bianca di una specie sono incrociate con le varietà gialla e bianca di una specie *distinta*, viene prodotto più seme dagli incroci tra i fiori dello stesso colore che da quelli di colore diverso. Eppure queste varietà di *Verbascum* non presentano differenze, oltre al semplice colore del fiore, e a volte si può ottenere una varietà dai semi di un'altra.

Sono incline a pensare che alcune osservazioni che ho fatto su certe varietà di [malvone](#) presentino dei fatti analoghi.

Kölreuter, la cui accuratezza è stata confermata da ogni osservatore successivo, ha provato il fatto notevole che una varietà del comune [tabacco](#), quando viene incrociata con una specie ben distinta, è più feconda di quanto lo sono le altre varietà. Egli ha fatto esperimenti su cinque forme ritenute comunemente delle varietà, e le ha sottoposte alla prova più severa, cioè all'incrocio reciproco, riscontrando che la loro prole bastarda è perfettamente feconda. Ma una di queste cinque varietà, usata come padre o come madre, e incrociata con [Nicotiana glutinosa](#), dava sempre degli ibridi non tanto sterili quanto quelli prodotti dalle altre quattro varietà incrociate con *Nicotiana glutinosa*. Dunque il sistema riproduttivo di questa sola varietà doveva aver subito, in qualche maniera e grado, un'alterazione.

Da questi fatti; dalla grande difficoltà di accertare l'infecondità delle varietà allo stato di natura, perché una supposta varietà, se non è in qualche misura feconda, viene generalmente classificata come una specie; dal fatto che l'uomo seleziona soltanto i caratteri esteriori nella

produzione delle varietà domestiche più distinte, e dal fatto che non desidera o non è capace di produrre differenze recondite e funzionali nel sistema riproduttivo; da tutte queste diverse considerazioni e fatti, non penso si possa provare che la generale fecondità delle varietà sia un fenomeno universale o che costituisca una distinzione fondamentale tra varietà e specie. La generale fecondità delle varietà non mi sembra sufficiente a rovesciare la mia teoria a proposito della generale, ma non invariabile, sterilità dei primi incroci e degli ibridi, e cioè che non si tratta di una proprietà speciale, ma collegata a modificazioni acquisite lentamente, in particolare nel sistema riproduttivo delle forme che vengono incrociate.

Ibridi e bastardi confrontati indipendentemente dalla loro fecondità — Indipendentemente dalla questione della fecondità, la prole delle specie incrociate e delle varietà incrociate può essere confrontata da diversi altri punti di vista. Gärtner, che desiderava fortemente tracciare una chiara linea di separazione tra le specie e le varietà, trovò ben poche differenze, e secondo me poco importanti, tra la cosiddetta prole ibrida delle specie e la cosiddetta prole bastarda delle varietà. Esse, d'altra parte, concordano per molti, importanti particolari.

Discuterò ora l'argomento in modo estremamente succinto. La distinzione più importante è che, nella prima generazione, i bastardi sono più variabili degli ibridi. Ma Gärtner riconosce che gli ibridi ottenuti da specie a lungo coltivate sono spesso variabili nella prima generazione; e io stesso ho visto degli esempi sorprendenti in proposito. Gärtner riconosce, inoltre, che gli ibridi tra specie strettamente affini sono più variabili di quelli ottenuti da specie ben distinte, e ciò mostra che la differenza nel livello di variabilità diminuisce gradualmente. Quando i bastardi e gli ibridi più fecondi si propagano per diverse generazioni, l'estremo livello di variabilità che si riscontra nella loro prole è un fatto notorio, ma si potrebbero citare alcuni casi sia di ibridi sia di bastardi che mantengono a lungo un'uniformità di carattere. La variabilità, tuttavia, è forse maggiore nelle generazioni successive dei bastardi che in quelle degli ibridi.

La maggiore variabilità dei bastardi rispetto agli ibridi non mi sembra affatto sorprendente, poiché i progenitori dei bastardi sono varietà, e perlopiù varietà domestiche (pochissimi esperimenti sono stati tentati sulle varietà allo stato di natura), e in molti casi questo comporta che c'è stata una recente variabilità: possiamo dunque aspettarci che questa variabilità spesso continui e si sovrapponga a quella derivante dal mero atto dell'incrocio. La leggera variabilità degli ibridi nati dal primo incrocio o nella prima generazione, a

confronto con la loro estrema variabilità nelle generazioni successive, è un fatto curioso che merita attenzione. Esso, infatti, sostiene e rafforza la mia opinione circa la causa della variabilità ordinaria: vale a dire che il sistema riproduttivo è estremamente sensibile a qualunque cambiamento nelle condizioni di vita, e per questo è reso spesso impotente o almeno incapace di svolgere la sua funzione peculiare di produrre una prole identica alla forma progenitrice. Ora, gli ibridi alla prima generazione sono discesi da specie (escluse quelle a lungo coltivate) che non hanno avuto nessuna alterazione nel loro sistema riproduttivo e che non sono variabili; gli ibridi stessi, invece, hanno il sistema riproduttivo seriamente alterato, e i loro discendenti presentano un notevole livello di variabilità.

Per tornare al nostro confronto tra bastardi e ibridi: Gärtner afferma che i bastardi sono più soggetti degli ibridi a tornare all'una o all'altra delle specie progenitrici. Ma questa differenza, ammesso che sia vera, deve essere certamente soltanto una differenza di grado. Gärtner insiste, inoltre, che quando due specie qualsiasi, ma strettamente affini tra loro, vengono incrociate con una terza specie, gli ibridi sono assai diversi l'uno dall'altro; mentre se due varietà ben distinte di una specie sono incrociate con un'altra specie, gli ibridi non differiscono molto. Ma questa conclusione, da quanto posso capire, è fondata su un solo esperimento, e sembra in diretta opposizione con i risultati di diversi esperimenti di Kölreuter.

Le differenze poco importanti che Gärtner è in grado di indicare tra piante ibride e piante bastarde sono tutte qui. D'altra parte la somiglianza dei bastardi e degli ibridi con i rispettivi progenitori, soprattutto degli ibridi prodotti da specie abbastanza affini, secondo Gärtner segue le stesse leggi. Quando due specie vengono incrociate, qualche volta una ha la preponderante capacità di imprimere le sue sembianze all'ibrido; e così credo che accada anche nelle varietà delle piante. Negli animali una varietà, certamente, ha spesso questo potere preponderante su un'altra varietà. Le piante ibride prodotte da un incrocio reciproco generalmente si somigliano molto, e lo stesso accade nei bastardi nati da un incrocio reciproco. Sia gli ibridi che i bastardi possono essere ricondotti all'una o all'altra delle forme progenitrici pure mediante ripetuti incroci con l'una o l'altra forma progenitrice in generazioni successive.

Queste diverse osservazioni, a quanto pare, possono essere applicate anche agli animali. L'argomento in questo caso è estremamente complicato, in parte per la presenza dei caratteri sessuali secondari, ma soprattutto perché la preponderanza nel trasmettere le sembianze è più forte in un sesso che nell'altro, sia quando una specie è incrociata con un'altra specie, sia quando una varietà è incrociata con

un'altra varietà. Per esempio, credo che abbiano ragione gli autori che sostengono che l'asino ha un potere preponderante sul cavallo, cosicché sia il mulo che il bardotto somigliano più all'asino che al cavallo. Tuttavia la preponderanza è più forte nell'asino che nell'asina, per cui il mulo — che nasce dall'asino e dalla cavalla — somiglia all'asino più di quanto gli somigli il bardotto, che è figlio dell'asina e dello stallone.

Alcuni autori hanno molto sottolineato il presunto fatto secondo cui solo gli animali bastardi presenterebbero alla nascita una forte somiglianza con uno dei genitori; ma si può dimostrare che questo accade talvolta negli ibridi, anche se riconosco che negli ibridi avviene molto meno spesso che nei bastardi. Considerando i casi che ho raccolto di animali incrociati che somigliano strettamente a uno dei genitori, le somiglianze sembrano limitarsi principalmente a caratteri di natura quasi mostruosa e che sono apparsi improvvisamente — come l'albinismo, il melanismo, la mancanza di coda o di corna, o la presenza di dita aggiuntive —, mentre non riguardano i caratteri che sono stati acquisiti lentamente per selezione. Di conseguenza ci si può aspettare che le reversioni improvvise al carattere perfetto dell'uno o dell'altro genitore si verifichino più facilmente nei bastardi, che discendono da varietà prodotte spesso improvvisamente e dal carattere semimostruoso, piuttosto che negli ibridi, discesi da specie sviluppatasi lentamente e per via naturale. Nell'insieme concordo completamente con il dottor Prosper Lucas che, dopo aver catalogato una quantità enorme di fatti riguardanti gli animali, è giunto alla conclusione che le leggi della somiglianza del figlio ai genitori sono le stesse a prescindere dal fatto che i genitori differiscano molto o poco fra loro, ossia nell'unione tra individui della stessa varietà, oppure in quella tra varietà diverse, o in quella tra specie distinte.

Lasciando da parte la questione della fecondità e della sterilità, da tutti gli altri punti di vista sembra esserci una somiglianza generale e stretta tra la prole delle specie incrociate e quella delle varietà incrociate. Se consideriamo le specie come create indipendentemente, e le varietà invece come prodotte mediante leggi secondarie, questa somiglianza sarebbe un fatto straordinario. Essa, invece, concorda perfettamente con la concezione secondo cui non c'è alcuna differenza essenziale tra le specie e le varietà.

Riassunto del capitolo — I primi incroci tra forme sufficientemente distinte da essere classificate come specie, e i loro ibridi, sono generalmente — ma non universalmente — sterili. La sterilità può essere di ogni grado, e spesso è così debole che i due sperimentalisti più accurati sono pervenuti a conclusioni diametralmente opposte nel

classificare le forme secondo questo criterio. La sterilità è variabile per attitudini innate negli individui della stessa specie, ed è estremamente suscettibile alle condizioni favorevoli e sfavorevoli. Il grado di sterilità non segue strettamente l'affinità sistematica, ma è governato da diverse leggi curiose e complesse. È generalmente diverso, qualche volta molto diverso, negli **incroci** reciproci tra le stesse due specie. Non è sempre uguale di grado in un primo incrocio e nell'ibrido prodotto da quell'incrocio.

Come nel caso dell'innesto degli alberi la capacità di una specie o di una varietà di attecchire su un'altra è collegata a differenze, generalmente sconosciute, nei loro sistemi vegetativi, così nell'incrocio la maggiore o minore facilità per una specie di unirsi a un'altra dipende da differenze sconosciute nei loro sistemi riproduttivi. Non vi è ragione di pensare che le specie siano state dotate appositamente di vari gradi di sterilità per impedire l'incrocio e il mescolamento in natura, più di quanta ce ne sia per credere che gli alberi siano stati dotati appositamente di vari, e in qualche modo analoghi, gradi di difficoltà a essere innestati l'uno sull'altro per impedire che vengano innestati per approssimazione nelle nostre foreste.

La sterilità dei primi incroci tra specie pure, che hanno il sistema riproduttivo perfetto, sembra dipendere da diverse circostanze e in alcuni casi, in larga misura, dalla morte prematura dell'embrione. La sterilità degli ibridi, che hanno il sistema riproduttivo imperfetto — e che, oltre a quest'ultimo, hanno anche l'intera organizzazione alterata, perché sono composti da due specie distinte —, sembra collegata da vicino alla sterilità che tanto frequentemente colpisce le specie pure quando le loro condizioni naturali di vita sono state alterate. Questa concezione è avvalorata da un altro parallelismo: l'incrocio di forme solo lievemente diverse favorisce il vigore e la fecondità della prole, e lievi cambiamenti nelle condizioni di vita favoriscono apparentemente il vigore e la fecondità di tutti gli esseri organici. Non sorprende che il grado di difficoltà nell'unire due specie, e il grado di sterilità della loro prole ibrida, vengano generalmente a corrispondere, anche se sono dovuti a cause diverse: entrambi, infatti, dipendono dalla quantità di differenze di qualche tipo tra le specie che vengono incrociate. Né sorprende che la facilità nel realizzare un primo incrocio, la fecondità degli ibridi prodotti e la capacità di essere innestati insieme — anche se quest'ultima dipende evidentemente da circostanze molto diverse — procedano tutte, in qualche misura, parallele all'affinità sistematica tra le forme sottoposte a esperimento, perché l'affinità sistematica cerca di esprimere tutti i tipi di somiglianza tra tutte le specie.

I primi incroci tra forme note come varietà, o sufficientemente simili da essere considerate varietà, e la loro prole bastarda sono generalmente — ma non universalmente — fecondi. Questa fecondità quasi generale e perfetta non sorprende se ricordiamo quanto siamo inclini a ragionare secondo un circolo vizioso a proposito delle varietà allo stato di natura; e se ricordiamo che la maggior parte delle varietà sono state prodotte allo [stato domestico](#) mediante la selezione di differenze puramente esteriori e non relative al sistema riproduttivo. A parte la fecondità, da tutti gli altri punti di vista c'è una stretta somiglianza generale tra ibridi e bastardi. In ultima analisi, dunque, i fatti riferiti brevemente in questo capitolo non mi sembrano in contrasto con la concezione secondo la quale non c'è nessuna distinzione fondamentale tra specie e varietà; al contrario, sembrano rafforzarla.

CAPITOLO IX

SULL'IMPERFEZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE GEOLOGICA

A proposito dell'assenza di varietà intermedie oggi — Sulla natura delle varietà intermedie estinte e sul loro numero — Sull'enorme periodo di tempo trascorso che si può dedurre dal ritmo della deposizione e del denudamento dei terreni — Sulla povertà delle collezioni paleontologiche — Intermittenza delle formazioni geologiche — Assenza di varietà intermedie in ogni formazione — Sulla comparsa improvvisa di gruppi di specie — Sulla loro comparsa improvvisa nei più profondi strati fossiliferi noti

Nel sesto capitolo ho elencato le principali obiezioni che si potrebbero legittimamente sollevare contro le tesi sostenute in questo volume. Molte di esse ormai sono state discusse. Una, quella per cui le forme specifiche sono ben distinte e non collegate attraverso innumerevoli anelli di transizione, è una difficoltà molto ovvia. Ho individuato alcune ragioni per cui questi anelli non si presentano comunemente nel periodo attuale, nelle circostanze apparentemente più favorevoli alla loro presenza, cioè in un'area estesa e continua soggetta a condizioni fisiche che cambiano gradualmente. Ho cercato di mostrare che la vita di ogni specie dipende dalla presenza di altre forme organiche già definite molto più che dal clima e, dunque, che le condizioni di vita che le governano non cambiano per gradi quasi impercettibili come il calore o l'umidità. Ho cercato anche di dimostrare che le varietà intermedie, essendo meno numerose delle forme che collegano, saranno generalmente soprafatte e sterminate nel corso di ulteriori modificazioni e miglioramenti. Tuttavia la causa principale dell'attuale assenza di innumerevoli anelli intermedi, ovunque in natura, è il processo stesso della selezione naturale, mediante il quale nuove varietà sostituiscono continuamente e sterminano le loro forme progenitrici. Ma proprio perché questo processo di sterminio ha agito su vastissima scala, il numero delle varietà intermedie che sono esistite un tempo sulla terra deve essere stato veramente enorme. Ma allora perché ogni formazione geologica e ogni strato non sono pieni di questi anelli intermedi? La **geologia** certamente non rivela una catena organica così finemente graduata, e questa, forse, è l'obiezione più ovvia e più seria che si possa muovere contro la mia teoria. La spiegazione sta, credo, nell'estrema imperfezione della documentazione geologica.

In primo luogo si dovrebbe tenere sempre a mente quale tipo di

forme intermedie, secondo la mia teoria, devono essere esistite un tempo. Nel considerare due specie qualsiasi, ho trovato difficile evitare di immaginare delle forme *direttamente* intermedie tra quelle due. Ma questo è un punto di vista assolutamente sbagliato: dovremmo sempre andare alla ricerca di forme intermedie tra ciascuna specie e un progenitore comune ma sconosciuto, e il progenitore generalmente sarà stato diverso in qualche aspetto da tutti i suoi discendenti modificati. Per fare un semplice esempio: il colombo pavoncello e il gozzuto sono discesi entrambi dal colombo selvatico; se possedessimo tutte le varietà intermedie mai esistite avremmo una serie estremamente fine tra i primi due e il colombo selvatico. Ma non avremmo varietà direttamente intermedie tra il colombo pavoncello e il gozzuto: nessuna, per esempio, che combini una coda un po' allargata con un gozzo un po' ingrandito, che sono le caratteristiche tipiche di queste due razze. Le due razze inoltre si sono talmente modificate che, se non avessimo prove storiche o indirette circa la loro origine, non sarebbe possibile determinare, con un semplice confronto tra la loro struttura e quella del colombo selvatico, se esse siano discese da questa specie o da qualche altra affine, come *Columba oenas*.

Così è anche per le specie naturali: se consideriamo forme ben distinte, per esempio il cavallo e il tapiro, non abbiamo ragione di supporre che siano mai esistiti anelli direttamente intermedi tra essi, bensì tra ognuno di essi e uno sconosciuto antenato comune. Il progenitore comune, nell'organizzazione complessiva, sarà stato generalmente molto simile al tapiro e al cavallo, ma in alcuni punti di struttura può essere stato considerevolmente diverso da entrambi, forse addirittura più di quanto essi differiscono l'uno dall'altro. Perciò, in tutti i casi di questo genere, non saremmo in grado di riconoscere la forma progenitrice di due o più specie qualsiasi, anche confrontando da vicino la struttura del progenitore con quella dei suoi discendenti modificati, a meno che non avessimo nello stesso tempo una catena quasi perfetta di anelli intermedi.

Conformemente alla mia teoria, è possibile che, di due forme viventi, una abbia potuto discendere dall'altra, per esempio un cavallo da un tapiro; e in questo caso devono essere esistiti anelli *direttamente* intermedi tra esse. Ma un caso del genere comporterebbe che una forma sia rimasta inalterata per un periodo di tempo molto lungo, mentre i suoi discendenti sono stati soggetti a una grande quantità di cambiamento. Il principio della competizione tra organismo e organismo, tra figlio e genitore, farà sì che questo evento sia molto raro; perché in ogni caso le forme di vita nuove e migliorate tenderanno a soppiantare le forme vecchie e non migliorate.

Secondo la teoria della selezione naturale, tutte le specie viventi

sono state collegate alle specie progenitrici di ogni genere mediante differenze non maggiori di quelle che vediamo oggi tra le varietà della stessa specie; e queste specie progenitrici, ora generalmente estinte, sono state a loro volta collegate in modo simile a specie più antiche; e così via a ritroso, convergendo sempre verso l'antenato comune di ogni grande classe. In questo modo il numero degli anelli intermedi e di transizione, tra tutte le specie viventi ed estinte, deve essere stato inconcepibilmente grande; ma certamente, se la teoria è vera, questi devono essere pur vissuti sulla terra.

Sul tempo trascorso — Indipendentemente dal fatto che non troviamo resti fossili di questi anelli di connessione infinitamente numerosi, si potrebbe obiettare che, se tutti i cambiamenti sono stati effettuati molto lentamente mediante la selezione naturale, non ci sarà stato tempo sufficiente per la realizzazione di una quantità così grande di cambiamento organico. Posso a mala pena ricordare al lettore, che non sia un geologo esperto, i fatti che conducono la mente a farsi un'idea sia pure imperfetta del tempo trascorso. Chi legge l'opera grandiosa di sir Charles Lyell sui *principi della geologia* — cui lo storico futuro riconoscerà di aver prodotto una rivoluzione nelle scienze naturali — senza tuttavia riconoscere quanto incomprensibilmente vasto è stato il tempo trascorso, può chiudere senz'altro il presente volume. Non che basti studiare i *principi della geologia* o leggere i trattati speciali di diversi autori sulle separate formazioni, e prendere nota di come ogni autore si sforzi di dare un'idea, per quanto inadeguata, della durata di ciascuna formazione o strato. Prima di poter sperare di comprendere alcunché del tempo trascorso, di cui vediamo i monumenti tutti intorno a noi, ognuno deve esaminare per proprio conto, per anni, una grande quantità di strati sovrapposti e osservare il mare all'opera mentre frantuma antiche rocce e produce nuovi sedimenti.

È utile vagare lungo le rive del mare, quando sono costituite da rocce moderatamente dure, e osservare il processo di degradazione. Le maree in molti casi raggiungono le scogliere solo per poco tempo due volte al giorno, e le onde le corrodono solo quando sono cariche di sabbia o di ciottoli; perché vi è ragione di ritenere che l'acqua da sola possa erodere la roccia poco o nulla. Alla fine, la base della scogliera è indebolita, enormi frammenti crollano e, una volta fermatisi, devono essere erosi atomo per atomo, finché diventano più piccoli e vengono fatti rotolare dalle onde; a quel punto vengono frantumati più in fretta in ciottoli, sabbia o fango. Ma quanto spesso, alla base delle scogliere che si ritraggono, vediamo massi tondeggianti, tutti fittamente rivestiti di produzioni marine, che dimostrano quanto poco siano abrasi e

come raramente vengano fatti rotolare! Inoltre, se seguiamo per alcune miglia una qualsiasi linea di scogliere rocciose sottoposte a degradazione, riscontriamo che oggi le scogliere sono soltanto qua e là, per un breve tratto o intorno a un promontorio, esposte all'azione del mare. L'aspetto della superficie e la vegetazione mostrano che, altrove, sono passati anni da quando le acque bagnavano la loro base.

Chi studia con la massima attenzione l'azione del mare sulle nostre rive sarà colpito profondamente, credo, dalla lentezza con cui le coste rocciose vengono erose. Le osservazioni in proposito di Hugh Miller e di quell'eccellente osservatore che è il signor Smith di Jordan Hill sono tra le più impressionanti. Con la mente così preparata, si considerino i depositi di conglomerati spessi migliaia di piedi che, sebbene formati probabilmente a un ritmo più veloce rispetto a molti altri depositi, tuttavia, essendo costituiti da ciottoli consumati e arrotondati che portano impressa l'azione del tempo, essi dimostrano assai bene quanto lentamente la massa si è accumulata. Si ricordi poi la profonda riflessione di Lyell, per cui lo spessore e l'ampiezza delle [formazioni](#) sedimentarie mostrano il risultato e la portata della degradazione che la crosta terrestre ha subito altrove. E quanta degradazione ci viene suggerita dai depositi sedimentari di tanti paesi! Il professor [Ramsay](#) mi ha fornito lo spessore massimo, ricavato perlopiù da misurazioni dirette e in pochi casi da stime, di ogni formazione in parti diverse della Gran Bretagna. Questo è il risultato:

Piedi

[Strati](#) paleozoici (non

comprendendo

i depositi ignei)

57.154

Strati secondari

13.190

Strati terziari

2.240

per un totale di 72.584 piedi, cioè poco meno di tredici miglia britanniche e tre quarti. Alcune di queste formazioni, rappresentate in Inghilterra da depositi sottili, sul continente sono spesse migliaia di piedi. Inoltre, secondo l'opinione della maggior parte dei geologi, tra una formazione e l'altra abbiamo lunghissimi periodi vuoti. Perciò il superbo accumulo di rocce sedimentarie della Gran Bretagna dà soltanto un'idea inadeguata del tempo che è trascorso da quando ha cominciato ad accumularsi; e tuttavia quanto tempo deve essere stato necessario! Dei buoni osservatori hanno stimato che il grande fiume [Mississippi](#) deposita sedimenti al ritmo di soli 600 piedi ogni 100 mila anni. Questa stima può essere di parecchio errata, ma considerando su quali ampi spazi i sedimenti più sottili vengono trasportati dalle correnti marine, il processo di accumulo in ogni data area deve essere estremamente lento.

La quantità di denudamento che gli strati hanno subito in diversi luoghi, indipendentemente dal tasso di accumulazione del materiale degradato, offre probabilmente la migliore testimonianza del tempo trascorso. Ricordo di essere rimasto molto colpito dalle testimonianze del denudamento, quando osservai delle isole [vulcaniche](#) erose dalle onde e tagliate tutte intorno a formare scogliere perpendicolari di mille o duemila piedi di altezza; perciò il dolce pendio generato dalle correnti laviche, in conseguenza della loro precedente condizione liquida, mostrava immediatamente l'estensione dei duri depositi rocciosi nell'oceano aperto. Le [faglie](#) — quelle ampie fratture lungo le quali gli strati si sono sollevati da una parte e abbassati dall'altra per un'altezza o una profondità di migliaia di piedi — raccontano la stessa storia ancora più chiaramente, perché da quando la crosta si è fratturata la superficie del terreno è stata così completamente levigata dall'azione del mare che, esternamente, non è visibile alcuna traccia di questi vasti spostamenti.

La faglia di Craven, per esempio, si estende per più di 30 miglia, e lungo questa linea lo spostamento verticale degli strati varia da 600 a 3000 piedi. Il professor Ramsay ha pubblicato la descrizione di un bordo inferiore di una faglia di 2300 piedi ad Anglesea, e mi informa di essere convinto che nel Merionethshire ce n'è una di 12.000 piedi; tuttavia in questi casi non c'è nulla sulla superficie che mostri tali sorprendenti movimenti, perché l'accumulo di rocce da una parte o dall'altra è stato spazzato via uniformemente. La considerazione di fatti come questi colpisce la mia mente quasi quanto il vano tentativo di cimentarsi con l'idea di eternità.

Vorrei riferire un altro caso, quello ben noto del denudamento del Weald, anche se si deve ammettere che il denudamento del Weald è stato una piccola cosa a confronto con ciò che ha rimosso le masse degli strati paleozoici, che in qualche luogo sono spessi 10 mila piedi, come ha mostrato il professor Ramsay nel suo magistrale trattato sull'argomento. Tuttavia è un'esperienza davvero ammirevole fermarsi sui North [Downs](#) e guardare i lontani South Downs; perché, ricordando che non molto lontano, a occidente, la scarpata settentrionale e quella meridionale si incontrano e si fondono, si può facilmente immaginare la grande cupola di rocce che deve avere ricoperto il Weald in un periodo di tempo così limitato, risalente all'ultima parte della formazione del Cretaceo. La distanza tra i Downs settentrionali e quelli meridionali è di circa 22 miglia e lo spessore di numerose formazioni, come mi informa il professor Ramsay, è in media di 1100 piedi. Ma se, come suppongono alcuni geologi, sotto il Weald si trova una catena di rocce più antiche, lungo i cui fianchi i depositi sedimentari sovrapposti posso essersi accumulati in masse più sottili che altrove, la stima che precede potrebbe essere sbagliata; ma

questa fonte di dubbio probabilmente non modificherebbe la stima per quanto riguarda l'estremità occidentale della regione. Se dunque conoscessimo il ritmo con cui il mare comunemente erode una scogliera di una data altezza, potremmo misurare il tempo richiesto per il denudamento del Weald. Naturalmente non possiamo farlo, ma, per farci un'idea approssimativa, possiamo supporre che il mare corroda le scogliere alte 500 piedi al ritmo di un pollice ogni secolo. A un primo sguardo sembrerà una quantità troppo piccola, ma sarebbe lo stesso che ammettere che una scogliera alta una iarda sia corrosa lungo un'intero tratto di costa al ritmo di quasi una iarda ogni 22 anni. Dubito che una qualsiasi roccia, anche se tenera come il gesso, receda a questo ritmo, a eccezione delle coste più esposte; anche se, certamente, la degradazione di una scogliera elevata può essere accelerata dalla rottura dei frammenti che cadono. D'altra parte credo che nessuna linea di costa lunga dieci o venti miglia subisca mai una degradazione simultanea su tutta la sua lunghezza frastagliata, e inoltre dobbiamo ricordare che quasi tutti gli strati contengono strati minori o noduli più duri, che resistendo a lungo al logoramento formano un frangiflutti alla base. Dunque, in circostanze normali, concludo che per una scogliera alta 500 piedi un denudamento di un pollice ogni secolo per tutta la sua lunghezza è una quantità abbondante. A questo ritmo, sulla base dei dati forniti, per il denudamento del Weald devono essere stati necessari 306.662.400 anni: diciamo 300 milioni di anni.

L'azione dell'acqua dolce sul lieve pendio del distretto di Wealden, quando era innalzato, non deve essere stata molto importante, ma può aver ridotto un poco la stima appena menzionata. D'altra parte durante le oscillazioni di livello che, come sappiamo, quest'area ha subito, la superficie può essere esistita per milioni di anni come terra emersa ed essersi sottratta così all'azione del mare. Al contrario, quando è rimasta immersa per periodi di tempo forse altrettanto lunghi, deve essersi ugualmente sottratta all'azione delle onde costiere. Perciò, con ogni probabilità, dalla tarda era Secondaria deve essere trascorso un periodo di tempo molto più lungo di 300 milioni di anni.

Ho fatto queste osservazioni perché è molto importante farci un'idea, per quanto imperfetta, del trascorrere degli anni. Durante ciascuno di questi anni, in tutto il mondo, la terra e le acque sono state popolate da miriadi di forme viventi. Un numero infinito di generazioni, che la mente non può afferrare, devono essersi succedute l'una dopo l'altra nel lungo procedere degli anni! Ora, considerate i nostri più ricchi musei geologici e vi renderete conto di quali misere esposizioni vi possiamo osservare!

Povertà delle collezioni paleontologiche — Tutti riconoscono che le nostre collezioni paleontologiche sono molto imperfette. Non si dovrebbe mai dimenticare l'osservazione di quell'ammirevole paleontologo, il compianto Edward Forbes, il quale notava come un buon numero delle nostre specie fossili siano conosciute e denominate soltanto in base a esemplari singoli e spesso frammentari, o in base a pochi esemplari raccolti in una sola località. Soltanto una piccola porzione della superficie terrestre è stata esplorata dal punto di vista geologico e nessuna con cura sufficiente, come provano le importanti scoperte che si fanno ogni anno in Europa. Nessun organismo costituito interamente di parti molli si può conservare. Conchiglie e ossa decadranno e spariranno se vengono lasciati in fondo al mare, dove non si accumulano sedimenti. Credo che siamo gravemente in errore quando, tacitamente, supponiamo che il sedimento si depositi ovunque sul fondo del mare, a un ritmo abbastanza veloce da fissare e conservare i resti fossili. In una porzione enormemente estesa dell'oceano, il blu brillante dell'acqua rivela la sua purezza. I molti casi documentati di una formazione regolarmente ricoperta, dopo un enorme intervallo di tempo, da un'altra formazione più tarda, senza che lo strato sottostante abbia subito nell'intervallo alcun logoramento, sembrano potersi spiegare soltanto se si ammette che non di rado il fondo del mare rimane inalterato per lunghi periodi. I resti che rimangono effettivamente sepolti nella sabbia o nella ghiaia, quando gli strati emergono, saranno generalmente dissolti dall'infiltrazione dell'acqua piovana. Sospetto che soltanto pochi dei tanti animali che vivono sulle spiagge, tra i limiti dell'alta e della bassa marea, vengano conservati. Per esempio, diverse specie di *Chthamalinae* (una sottofamiglia dei cirripedi sessili) rivestono le rocce di tutto il mondo in numero infinito: sono tutti strettamente confinati ai litorali, con la sola eccezione di una specie mediterranea che abita le acque profonde ed è stata trovata allo stato fossile in Sicilia, mentre finora nessun'altra specie è stata scoperta nelle formazioni terziarie. Eppure ora si sa che il genere *Chthamalus* esisteva durante il Cretaceo. Il genere *Chiton* presenta un caso in parte analogo tra i molluschi.

Per quanto riguarda le produzioni terrestri che vivevano durante il Secondario e il Paleozoico, è superfluo affermare che le testimonianze ottenibili dai resti fossili sono estremamente frammentarie. Per esempio, non si conosce una sola conchiglia terrestre appartenente all'una o all'altra di queste vaste ere, con una sola eccezione scoperta da Sir C. Lyell negli strati carboniferi del Nord America. Quanto ai resti dei mammiferi, un semplice sguardo alla tavola storica pubblicata nel supplemento al *Manuale* di Lyell svelerà, molto meglio di tante pagine piene di dettagli, che la loro conservazione è accidentale e rara. Né la rarità deve sorprenderci, se ricordiamo che

gran parte delle ossa dei mammiferi del Terziario sono state scoperte nelle grotte o nei depositi lacustri, e ricordiamo che non si conosce una grotta o un reale deposito lacustre che siano appartenuti all'epoca delle formazioni secondarie o paleozoiche.

Ma l'imperfezione della [documentazione geologica](#) discende principalmente da un'altra causa più importante, cioè dal fatto che le diverse formazioni sono separate l'una dall'altra da ampi intervalli di tempo. Quando vediamo le formazioni rappresentate nelle tavole delle opere a stampa, o quando le osserviamo in natura, è difficile non pensare che siano state strettamente consecutive. Ma, per esempio, dalla grande opera di Sir R. [Murchison](#) sulla Russia impariamo quali ampi intervalli siano trascorsi in quel paese fra gli strati sovrapposti; e la stessa cosa vale per il Nord America e per molte altre parti del mondo. Il geologo più abile, se avesse circoscritto la sua attenzione esclusivamente a questi ampi territori, non avrebbe mai sospettato che, durante i periodi che risultavano vuoti e sterili nel suo paese, grandi quantità di sedimenti, ricchi di forme di vita nuove e peculiari, venivano accumulati altrove. E se, in ogni territorio preso separatamente, non possiamo in pratica farci un'idea della durata del tempo trascorso tra le formazioni consecutive, possiamo dedurre che non sia possibile farlo in nessun luogo. I cambiamenti frequenti e importanti nella composizione mineralogica delle formazioni consecutive, che comportano generalmente grandi cambiamenti nella geografia delle terre circostanti da cui deriva il sedimento, si accorda con la convinzione per cui vasti intervalli di tempo sono trascorsi tra ogni formazione.

Possiamo comunque, io credo, comprendere perché le formazioni geologiche di ogni regione sono quasi invariabilmente intermittenti, perché cioè non sono seguite l'una all'altra in stretta successione. Quando potei esaminare per diverse centinaia di miglia le coste del Sud America, che in tempi recenti si sono sollevate di parecchie centinaia di piedi, nulla mi colpì più dell'assenza di depositi recenti sufficientemente estesi da essere durati almeno per un breve periodo geologico. Lungo l'intera costa occidentale, abitata da una peculiare fauna marina, gli strati terziari sono così scarsamente sviluppati che probabilmente nessuna traccia di diverse faune marine successive e peculiari deve essersi conservata fino a un'epoca remota. Una breve riflessione spiegherà perché lungo la costa soggetta a sollevamento del versante occidentale del Sud America non si trovano in alcun luogo formazioni estese con resti recenti o terziari, anche se la produzione di sedimento deve essere stata abbondante per lunghi periodi, considerata l'enorme degradazione delle rocce costiere e i torrenti fangosi che si gettano in mare. La spiegazione, senza dubbio, è che i depositi del litorale e dell'area limitrofa sono continuamente erosi

man mano che si sollevano per effetto del lento e graduale sollevamento del terreno, esposti all'azione frantumante delle onde costiere.

Possiamo concludere tranquillamente che il sedimento deve accumularsi in masse estremamente spesse, solide ed estese per poter resistere all'azione incessante delle onde, quando viene sollevato per la prima volta e durante le successive oscillazioni di livello. Queste accumulazioni spesse e diffuse di sedimento possono formarsi in due modi: o nelle grandi profondità del mare, nel qual caso, a giudicare dalle ricerche di E. Forbes, possiamo concludere che il fondo sarà abitato da ben pochi animali e che la massa, quando si solleva, offrirà una documentazione assai imperfetta delle forme di vita che esistevano allora; oppure il sedimento può essere accumulato per un qualunque spessore o estensione su un fondale poco profondo, se questo è soggetto a un continuo, lento processo di subsidenza. In quest'ultimo caso, finché il tasso di subsidenza e l'accumulo di sedimento si equilibrano, il mare resterà poco profondo e favorevole alla vita, e così si potrà formare uno strato fossilifero abbastanza spesso da resistere, una volta emerso, a una degradazione di qualsivoglia entità.

Sono convinto che tutte le nostre antiche formazioni ricche di fossili si siano formate così durante dei periodi di subsidenza. Dopo aver pubblicato le mie opinioni sull'argomento nel 1845, ho seguito i progressi della geologia, e mi ha sorpreso constatare che, nel trattare di questa o quella grande formazione, gli autori sono pervenuti uno dopo l'altro alla conclusione che essa si era formata durante un periodo di subsidenza. Posso aggiungere che la sola formazione terziaria antica sulla costa occidentale del Sud America abbastanza massiccia da resistere alla degradazione che ha subito finora, ma che difficilmente resisterà fino a una lontana epoca geologica, si è certamente depositata durante un'abbassamento di livello, acquistando così uno spessore considerevole.

Tutti i fatti geologici ci dicono chiaramente che ogni area ha subito numerose, lente oscillazioni di livello, e che apparentemente queste oscillazioni hanno riguardato vaste aree. Di conseguenza le formazioni ricche di fossili, e sufficientemente spesse ed estese da resistere alle successive degradazioni, possono essersi formate in ampie zone durante i periodi di subsidenza, ma soltanto dove l'accumulo di sedimento era sufficiente per mantenere il mare poco profondo e fissare e conservare i resti prima che avessero il tempo di deteriorarsi. D'altra parte, finché il fondo del mare rimaneva stazionario, *spessi* depositi non potevano accumularsi nelle parti poco profonde, che sono le più favorevoli alla vita. Ancora meno ciò poteva accadere durante

le fasi alterne di innalzamento; oppure, per esprimersi con maggior cura, gli strati accumulatisi in quei periodi saranno stati distrutti per essere stati innalzati e portati così nei pressi della costa.

Dunque la documentazione geologica è, quasi di necessità, intermittente. Confido particolarmente nella verità di queste ipotesi, perché si trovano in stretto accordo con i principi generali stabiliti da Sir C. Lyell e perché E. Forbes è arrivato indipendentemente a una conclusione simile.

Vale la pena di fare qui brevemente un'osservazione. Durante i periodi di sollevamento la superficie della terra e dei bassi fondali marini limitrofi aumenterà e spesso si formeranno nuove stazioni: tutte circostanze favorevoli, come si è già spiegato, alla nascita di varietà e specie nuove, ma durante tali periodi vi sarà generalmente un vuoto nella documentazione geologica. D'altra parte, durante la subsidenza, la parte abitata e il numero dei suoi abitanti diminuiranno (eccettuate le produzioni che si trovano sulle rive di un continente quando per la prima volta si spezza dando luogo a un arcipelago), e di conseguenza, anche se ci sarà molta estinzione, alcune varietà e specie nuove si formeranno; ed è proprio durante questi periodi di subsidenza che si sono accumulati i nostri grandi depositi ricchi di fossili. Si può quasi affermare che la natura si è difesa contro la scoperta troppo frequente delle sue forme di transizione o di collegamento.

In base alle precedenti considerazioni non si può dubitare che la documentazione geologica, considerata nel suo insieme, è estremamente imperfetta; ma se limitiamo la nostra attenzione a una sola formazione qualsiasi, diventa più difficile comprendere perché non vi troviamo delle varietà strettamente graduate tra le specie affini che sono vissute all'inizio e alla fine della formazione. Ci sono alcuni casi documentati di una stessa specie che presenta varietà distinte nelle parti superiori e in quelle inferiori della stessa formazione, ma poiché sono casi rari possiamo tralasciarli. Sebbene ogni formazione abbia richiesto indubbiamente un gran numero di anni per depositarsi, posso scorgere diverse ragioni per cui ciascuna di esse non comprenda una serie graduata di anelli tra le specie che allora vivevano, ma non pretendo in alcun modo di assegnare alle seguenti considerazioni l'importanza relativa che spetta loro.

Sebbene ogni formazione possa corrispondere a un periodo assai lungo di anni, forse si tratta comunque di un periodo troppo breve a confronto con quello richiesto per cambiare una specie in un'altra. So bene che due paleontologi le cui opinioni meritano molto rispetto, vale a dire [Bronn](#) e [Woodward](#), hanno concluso che la durata media di ogni formazione è due o tre volte la durata media delle forme

specifiche. Ma a me sembra che difficoltà insuperabili ci impediscano di pervenire a una qualsiasi conclusione appropriata su questo argomento. Quando vediamo apparire una specie per la prima volta a metà di una formazione, sarebbe estremamente avventato dedurre che quella specie prima non esisteva altrove. Così, ancora, quando vediamo sparire una specie prima che gli strati più alti si siano depositati, sarebbe altrettanto avventato concludere che si sia estinta completamente proprio allora. Noi dimentichiamo quanto è piccola l'Europa a confronto con il resto del mondo, e che i diversi stadi della stessa formazione in Europa non sono stati correlati con perfetta accuratezza.

A proposito degli animali marini di ogni tipo, possiamo inferire con sicurezza che deve esserci stata una notevole quantità di [migrazione](#) durante i cambiamenti climatici e di altro genere; e quando vediamo apparire una specie per la prima volta in una qualsiasi formazione, è probabile che essa sia semplicemente immigrata in quell'area per la prima volta. È ben noto, per esempio, che diverse specie apparvero nei depositi paleozoici del Nord America un po' prima che in Europa, perché a quanto pare è stato necessario un certo lasso di tempo prima che migrassero dai mari americani a quelli europei. Esaminando i depositi più recenti in varie parti del mondo, si è notato ovunque che alcune specie tuttora esistenti sono comuni in un deposito, ma si sono estinte nel mare immediatamente vicino; o, viceversa, alcune sono abbondanti nel mare vicino, ma sono rare o assenti in quel particolare deposito. È particolarmente istruttivo riflettere sull'entità accertata della migrazione degli abitanti d'Europa durante il periodo glaciale, che rappresenta una parte soltanto di un intero periodo geologico; e anche riflettere sui grandi cambiamenti di livello, sui grandi e disordinati cambiamenti del clima, e sul notevole tempo trascorso all'interno dello stesso periodo glaciale. Eppure si può dubitare che, in qualsiasi regione del mondo, i depositi sedimentari *contenenti resti fossili* abbiano continuato ad accumularsi in quell'area per tutto il periodo. Non è probabile, per esempio, che nel corso di tutta l'era glaciale dei sedimenti si siano depositati vicino alla foce del [Mississippi](#) entro i limiti di profondità in cui prosperano gli animali marini, perché sappiamo che vasti cambiamenti geografici si sono verificati in altre parti dell'America durante questo periodo. Quando strati come quelli che si sono depositati nelle acque poco profonde vicino alla foce del Mississippi, in una parte del periodo glaciale, si saranno sollevati, dei resti organici probabilmente saranno apparsi dapprima e poi scomparsi a diversi livelli, a causa della migrazione delle specie e dei cambiamenti geografici. E in un lontano futuro un geologo, esaminando questi strati, potrà essere tentato di concludere che la durata media della vita dei fossili che vi sono sepolti sia stata

più breve di quella del periodo glaciale, anche se in realtà è stata molto più lunga, estendendosi da prima del periodo glaciale fino a oggi.

Per ottenere una perfetta gradazione tra due forme che si trovano nella parte superiore e in quella inferiore della stessa formazione, il deposito deve aver continuato ad accumularsi per un periodo molto lungo, in modo che ci sia stato tempo sufficiente per il lento processo della variazione. Dovrà dunque trattarsi di un deposito di spessore elevato e la specie soggetta a modificazione dovrà aver vissuto nella stessa area per tutto il tempo. Ma abbiamo visto che una formazione fossilifera spessa può accumularsi soltanto durante un periodo di subsidenza; e, perché la profondità si mantenga più o meno la stessa — il che è necessario perché la stessa specie possa vivere nello stesso luogo — l'accumulo di sedimento deve controbilanciare più o meno l'entità della subsidenza. Ma spesso lo stesso movimento di subsidenza tenderà ad abbassare l'area da cui proviene il sedimento, e dunque a ridurre l'apporto di sedimento mentre il movimento verso il basso continua. Di fatto questo equilibrio quasi perfetto tra l'accumulo di sedimento e la quantità di subsidenza è probabilmente un evento raro, perché più di un paleontologo ha osservato che i depositi molto spessi sono normalmente privi di resti organici, tranne che vicino ai limiti superiore e inferiore.

Sembra che ogni formazione separata, come l'insieme complessivo delle formazioni in un qualsiasi paese, si sia generalmente accumulata in modo intermittente. Quando vediamo, come capita spesso, una formazione costituita da strati di composizione mineralogica differente, possiamo sospettare ragionevolmente che il processo di deposizione sia stato soggetto a molte interruzioni, poiché un cambiamento nelle correnti marine e la disponibilità di sedimenti di diversa natura saranno dovuti generalmente a cambiamenti geografici che richiedono molto tempo. D'altra parte, neppure il più accurato esame di una formazione darà un'idea del tempo che è stato necessario per il suo depositarsi. Si potrebbero riferire molti esempi di strati dello spessore di pochi piedi che rappresentano formazioni altrove spesse migliaia di piedi, e il cui accumulo deve aver richiesto un periodo enorme; eppure chi ignorasse questa circostanza non sospetterebbe il lungo periodo di tempo a cui corrisponde la formazione più sottile. Si potrebbero riferire molti casi di strati inferiori di una formazione che sono stati sollevati, denudati, sommersi e poi coperti nuovamente dagli strati più alti della stessa formazione: tutti fatti che mostrano come nella sua accumulazione ci siano stati lunghi intervalli, che vengono spesso trascurati. In altri casi, in alcuni grandi alberi fossilizzati, ancora nella posizione eretta in cui erano cresciuti, abbiamo la testimonianza più evidente dei

molti, lunghi intervalli di tempo e dei cambiamenti di livello verificatisi durante il processo di deposizione; intervalli che non avremmo mai sospettato se non si fossero conservati gli alberi. Così i signori Lyell e Dawson hanno trovato nella Nuova Scozia depositi carboniferi spessi 1400 piedi, con strati pieni di antiche radici, posti uno sull'altro, a non meno di 68 livelli diversi. Dunque, quando troviamo la stessa specie nel fondo, nel mezzo e in cima a una formazione, è probabile che essa non sia vissuta nello stesso punto per tutto il periodo della deposizione, ma che sia sparita e riapparsa, forse molte volte, durante lo stesso periodo geologico. Così che, se una tale specie fosse soggetta a una notevole quantità di modificazione durante un qualsiasi periodo geologico, una sezione di quella formazione geologica non comprenderebbe probabilmente tutte le impercettibili gradazioni intermedie che, secondo la mia teoria, devono essere esistite, ma mostrerebbe dei repentini cambiamenti di forma, per quanto forse assai lievi.

È molto importante ricordare che i naturalisti non possiedono una regola aurea con cui distinguere tra specie e varietà. Essi accordano una certa, limitata variabilità a ogni specie, ma quando si imbattono in una differenza un po' più marcata tra due forme qualsiasi, le classificano entrambe come specie, a meno che non siano in grado di collegarle mediante delle fini gradazioni intermedie. Un'operazione, quest'ultima, che, per le ragioni appena indicate, possiamo sperare raramente di realizzare in una qualsiasi sezione geologica. Supponiamo che B e C siano due specie, e che una terza, A, venga trovata in un sedimento sottostante. Anche se A fosse strettamente intermedia tra B e C, essa verrebbe semplicemente classificata come una terza specie distinta, a meno che nello stesso tempo non la si potesse collegare con l'una o con l'altra forma, o con entrambe, mediante varietà intermedie. Né si deve dimenticare, come è già stato spiegato, che A potrebbe essere in effetti la progenitrice di B e C senza essere necessariamente intermedia tra esse in tutti i punti della sua struttura. Potremmo dunque ottenere la specie progenitrice e i suoi diversi discendenti modificati dagli strati inferiori e superiori di una formazione e, a meno che non si trovino numerose gradazioni di transizione, potremmo non accorgerci della loro relazione ed essere costretti, di conseguenza, a classificarle tutte come specie distinte.

È noto su quali minime differenze molti paleontologi abbiano stabilito le loro specie, e questo capita tanto più facilmente se gli esemplari che utilizzano provengono da sottostadi differenti della stessa formazione. Alcuni conchiliologi esperti stanno ora declassando al rango di varietà molte delle ottime specie di D'Orbigny e di altri autori; e se adottiamo questa nuova prospettiva, abbiamo in effetti le prove del cambiamento che, secondo la mia teoria, dovremmo trovare.

Inoltre, se consideriamo intervalli di tempo più ampi, ossia stadi distinti ma consecutivi di una stessa grande formazione, troviamo che i fossili ivi impressi, benché quasi sempre classificati come diversi a livello di specie, tuttavia sono molto più strettamente affini gli uni agli altri rispetto alle specie che si trovano nelle formazioni cronologicamente più distanti; ma su questo argomento dovrò tornare nel capitolo seguente.

Un'altra considerazione merita attenzione: quando si tratta di animali e di piante che si possono propagare rapidamente e non sono dotate di grande capacità di movimento, c'è ragione di credere, come abbiamo già visto, che le loro varietà all'inizio siano generalmente locali; e che tali varietà locali non si diffondano ampiamente e non soppiantino le loro forme progenitrici, finché non si siano modificate e perfezionate in qualche misura considerevole. Secondo questa concezione, la possibilità di scoprire in una formazione di qualsiasi paese tutti gli stadi iniziali di transizione tra due forme è limitata, perché si suppone che i cambiamenti successivi siano stati locali o limitati a una determinata area. La maggior parte degli animali marini ha un'area di distribuzione molto ampia, e abbiamo visto che, tra le piante, sono quelle maggiormente diffuse a presentare più spesso delle varietà. Così nel caso delle conchiglie e degli altri animali marini, sono probabilmente quelli con un raggio di diffusione più ampio, ben oltre i limiti delle formazioni geologiche conosciute in Europa, che hanno dato luogo più spesso prima a varietà locali e infine a nuove specie. Ciò, ancora una volta, diminuirà notevolmente la possibilità che si riescano a individuare gli stadi di transizione in una certa formazione geologica.

Non si deve dimenticare che oggi, pur disponendo di esemplari perfetti da esaminare, raramente possiamo collegare due forme per mezzo di varietà intermedie, finché non siano stati raccolti numerosi esemplari da molti luoghi; e, nel caso delle specie fossili, raramente i paleontologi sono in grado di farlo. Comprenderemo meglio quanto sia improbabile riuscire a collegare le specie mediante anelli fossili numerosi, fini e intermedi, chiedendoci se, per esempio, i geologi di un'epoca futura saranno in grado di dimostrare che le nostre diverse razze di bovini, pecore, cavalli e cani sono discese da un unico ceppo o da diversi ceppi originari; o, ancora, se certe conchiglie marine che abitano le rive del Nord America, classificate da alcuni conchiliologi come specie distinte rispetto ai loro rappresentanti europei e da altri soltanto come varietà, sono davvero varietà oppure, come si dice, sono distinte a livello di specie. Ciò potrà essere fatto dai geologi di quell'epoca futura solo se riusciranno a scoprire allo stato fossile numerose gradazioni intermedie: una circostanza fortunata che giudico sommamente improbabile.

La ricerca geologica, che pure ha aggiunto numerose specie ai generi esistenti e a quelli estinti e ha ridotto gli intervalli, altrimenti troppo ampi, tra alcuni gruppi, ha contribuito ben poco ad abbattere la distinzione tra le specie collegandole insieme mediante numerose, fini varietà intermedie. Che ciò non sia stato fatto è forse l'obiezione più grave e più ovvia tra le tante che si possono opporre alle mie concezioni: varrà dunque la pena riassumere le precedenti osservazioni ricorrendo a un esempio immaginario. L'arcipelago [malese](#) ha circa le stesse dimensioni di quella parte d'Europa che si estende da Capo Nord al Mediterraneo e dalla Gran Bretagna alla Russia: è pari dunque per dimensioni a tutte le formazioni geologiche che sono state esaminate con qualche accuratezza, se si eccettuano quelle degli Stati Uniti d'America. Concordo pienamente con il signor [Godwin-Austen](#) quando osserva che la condizione attuale dell'arcipelago malese, con le sue numerose, grandi isole separate da bracci di mare ampi e poco profondi, rappresenta probabilmente l'antica condizione dell'Europa, quando molte delle nostre formazioni si stavano accumulando. L'arcipelago malese è, di tutte le regioni della terra, una delle più ricche di esseri organici. Eppure, se si raccogliessero tutte le specie che vi hanno mai vissuto, quanto imperfettamente rappresenterebbero la storia naturale del mondo!

Abbiamo inoltre ogni ragione per ritenere che le produzioni terrestri dell'arcipelago sarebbero conservate in maniera molto imperfetta nelle formazioni che per ipotesi vi si stessero accumulando. Sospetto che ben pochi animali che si trovano sui litorali, o che vivono sulle nude rocce sottomarine, potrebbero restarvi impressi, e che quelli sepolti nella ghiaia e nella sabbia potrebbero non resistere fino a epoche lontane. E dovunque il sedimento non si accumula sul fondo del mare, o non vi si accumula a un ritmo sufficiente per proteggere i corpi organici dalla decomposizione, nessun resto fossile potrà conservarsi.

Nel nostro arcipelago, credo che solo durante i periodi di subsidenza potrebbero crearsi formazioni fossilifere di spessore sufficiente per durare fino a un'età futura tanto lontana quanto lo sono nel passato le formazioni secondarie. Questi periodi di subsidenza sarebbero separati l'uno dall'altro da enormi intervalli, durante i quali l'area sarebbe stazionaria oppure si innalzerebbe; mentre si alza, ogni formazione fossilifera sarebbe distrutta, quasi immediatamente dopo essere stata accumulata, dall'azione incessante del mare, come vediamo accadere ora lungo le rive del Sud America. Nei periodi di subsidenza la vita sarebbe probabilmente soggetta a una diffusa estinzione, mentre nei periodi di sollevamento ci sarebbe molta variazione, ma la documentazione geologica in quei periodi sarebbe meno perfetta.

Si può dubitare che la durata di un qualsiasi grande periodo di

subsidenza in tutto l'arcipelago o in una sua parte, insieme alla contemporanea accumulazione di sedimento, potrebbe *superare* la durata media delle stesse forme specifiche; e queste circostanze fortuite sono indispensabili per la conservazione di tutti i gradi di transizione tra due o più specie qualsiasi. Se queste gradazioni non fossero conservate completamente, le varietà di transizione apparirebbero semplicemente come altrettante specie distinte. È altresì probabile che ogni grande periodo di subsidenza sarebbe interrotto da oscillazioni di livello, e che durante questi lunghi periodi si verificano lievi cambiamenti di clima; in questi casi gli abitanti dell'arcipelago dovrebbero migrare e nessuna documentazione strettamente consecutiva delle loro modificazioni sarebbe conservata in ogni singola formazione.

Molti abitanti marini dell'arcipelago hanno ora un raggio di diffusione che si estende per migliaia di miglia oltre i suoi confini. L'analogia mi spinge a ritenere che sarebbero principalmente queste specie ad ampio raggio a produrre più spesso le varietà; queste varietà sarebbero dapprima generalmente locali o confinate in un luogo, ma se dotate di qualche significativo vantaggio o ulteriormente modificate e migliorate, si diffonderebbero lentamente e soppianterebbero le forme progenitrici. Quando tali varietà dovessero tornare nelle loro antiche dimore, poiché sarebbero, in modo pressoché uniforme ma probabilmente assai lieve, diverse dal loro stato primitivo, esse verrebbero classificate come specie nuove e distinte, secondo i principi adottati da molti paleontologi.

Se c'è qualche grado di verità in queste osservazioni, non abbiamo diritto di aspettarci di trovare nelle nostre formazioni geologiche un numero infinito di quelle impercettibili forme di transizione che, secondo la mia teoria, hanno collegato sicuramente tutte le specie passate e presenti dello stesso gruppo a formare una lunga, ramificata catena della vita. Dovremmo solo cercare pochi anelli, alcuni collegati tra loro più strettamente e altri meno: questi anelli, per quanto vicini, se si trovassero in stadi diversi della stessa formazione, sarebbero classificati dalla maggior parte dei paleontologi come specie distinte. Ma ammetto che mai avrei sospettato quanto povera sia la documentazione delle mutazioni organiche fornita dalle sezioni geologiche meglio conservate, se il fatto di non trovare innumerevoli anelli di transizione tra le specie che appaiono all'inizio e alla fine di ogni formazione non avesse rappresentato una difficoltà così seria per la mia teoria.

*Sulla comparsa improvvisa di interi gruppi di **specie** affini* — La maniera repentina in cui interi gruppi di specie appaiono in certe formazioni è

stata presentata da diversi paleontologi — per esempio da agassiz, da pictet e nel modo più vigoroso dal professor [sedgwick](#) — come un'obiezione fatale alla teoria della trasmutazione delle specie. Se numerose specie, appartenenti agli stessi generi e famiglie, fossero davvero comparse tutte insieme, ciò sarebbe fatale per la teoria della discendenza mediante la lenta modificazione operata dalla selezione naturale. Perché lo sviluppo di un gruppo di forme, tutte discese da un unico progenitore, deve essere stato un processo estremamente lento, e i progenitori devono essere vissuti molto tempo prima dei loro discendenti modificati. Ma noi sovrastimiamo continuamente la perfezione della documentazione geologica e inferiamo erroneamente che certi generi o famiglie, che non sono stati trovati sotto un certo strato, non devono essere esistiti prima dello stadio corrispondente. Dimentichiamo continuamente quanto è grande il mondo a confronto con l'area nella quale le nostre formazioni geologiche sono state esaminate con cura, dimentichiamo che gruppi di specie possono essere esistiti a lungo altrove ed essersi moltiplicati lentamente prima di invadere gli antichi arcipelaghi dell'europa e degli stati uniti. Non teniamo nel debito conto gli enormi intervalli di tempo probabilmente trascorsi tra le nostre formazioni consecutive, intervalli forse in qualche caso più lunghi del tempo richiesto per l'accumulo di ogni formazione. Questi intervalli avranno permesso alle specie di moltiplicarsi a partire da una o poche forme progenitrici; e, nella formazione successiva, queste specie ci appariranno come se fossero state create improvvisamente.

Posso ricordare qui un'osservazione già fatta, e cioè che può essere necessaria una lunga successione di età per adattare un organismo a una nuova, peculiare condotta di vita, per esempio a volare nell'aria; ma che, una volta che ciò si è realizzato e alcune specie hanno acquisito un grande vantaggio su altri organismi, è sufficiente un tempo relativamente breve per produrre molte forme divergenti, in grado di diffondersi rapidamente e ampiamente nel mondo.

Citerò ora alcuni esempi per illustrare queste osservazioni e mostrare quanto possiamo sbagliarci nel supporre che interi gruppi di specie siano stati prodotti improvvisamente. Posso ricordare il fatto ben noto che, nei trattati di geologia pubblicati non tanti anni or sono, si parlava sempre della grande classe dei [mammiferi](#) come se fosse apparsa improvvisamente all'inizio dell'era terziaria. Mentre ora una delle più ricche collezioni di mammiferi fossili che si conosca appartiene alla metà dell'era secondaria e un vero mammifero è stato scoperto nella nuova arenaria rossa, quasi all'inizio di questa grande formazione. Cuvier era solito insistere che non si trovavano [scimmie](#) negli strati terziari, ma ora delle specie estinte di questi animali sono state trovate in India, Sud America ed Europa, risalenti anche a

epoche antiche come l'Eocene. Il caso più sorprendente, tuttavia, è rappresentato dalla famiglia delle [balene](#). Poiché questi animali hanno delle ossa enormi, sono marini e diffusi in tutto il mondo, il fatto che neppure un osso di balena fosse stato scoperto nelle formazioni secondarie sembrava giustificare pienamente l'opinione per cui questo grande e distinto ordine doveva essere stato prodotto improvvisamente nell'intervallo fra la più tarda formazione secondaria e la prima formazione terziaria. Ma ora, nel supplemento al *Manuale* di Lyell pubblicato nel 1858, possiamo leggere delle chiare testimonianze circa l'esistenza di balene nell'arenaria verde superiore, qualche tempo prima della fine dell'era secondaria.

Posso fornire un altro esempio che, riguardandomi personalmente, mi ha colpito in modo particolare. In una memoria sui cirripedi sessili fossili avevo sostenuto che — in base a circostanze come il numero delle specie terziarie esistenti ed estinte; l'abbondanza straordinaria di individui di molte specie, sparse in tutto il mondo, dalle regioni artiche all'equatore, che abitano zone di profondità variabile tra i limiti superiori delle maree e le 50 braccia; la perfetta conservazione degli esemplari nei più antichi strati terziari e la facilità con cui si può riconoscere anche un solo frammento di valva —, se questi animali fossero esistiti nell'era secondaria, si sarebbero certamente conservati e sarebbero stati scoperti. Poiché non una sola specie era allora nota negli strati di quell'epoca, conclusi che questo grande gruppo doveva essersi sviluppato improvvisamente al principio dell'era terziaria. Questo mi creava un problema piuttosto grave, perché rappresentava un ulteriore esempio della comparsa improvvisa di un grande gruppo di specie. Ma il mio lavoro era stato appena pubblicato quando un abile paleontologo, il signor [Bosquet](#), mi mandò il disegno di un esemplare perfetto di un inconfondibile cirripede sessile da lui estratto dai depositi cretacei del Belgio. A rendere la cosa ancora più eclatante c'era il fatto che si trattava di un [Chthamalus](#), un genere molto comune, abbondante e ubiquitario, di cui non è stato ancora trovato un esemplare in alcuno strato terziario. Ora, dunque, siamo certi che i cirripedi sessili esistevano già nell'era secondaria e possono essere stati i progenitori di molte specie terziarie e attuali.

Il caso della comparsa apparentemente improvvisa di un intero gruppo di specie su cui i paleontologi insistono più spesso è quello dei [pesci](#) teleostei, nel Cretaceo inferiore. Questo gruppo comprende gran parte delle specie esistenti. Recentemente il professor [Pictet](#) ha spostato all'indietro di uno stadio geologico la loro esistenza, e alcuni paleontologi credono che certi pesci molto più antichi, di cui si conoscono ancora imperfettamente le affinità, siano dei teleostei. Supponendo tuttavia che l'intero gruppo sia apparso, come ritiene Agassiz, all'inizio della [formazione cretacea](#), il fatto sarebbe

certamente rimarchevole, ma non mi sembra che costituirebbe una difficoltà insormontabile per la mia teoria, a meno che non si potesse dimostrare che le specie di questo gruppo apparvero improvvisamente e simultaneamente in quello stesso periodo in tutto il mondo. È quasi superfluo ricordare che praticamente non si conosce un solo pesce fossile che provenga dal sud dell'equatore e, scorrendo la *Paleontologia* di Pictet, si noterà che pochissime specie note appartengono a più formazioni europee. Alcune famiglie di pesci hanno oggi un raggio limitato di diffusione, e i teleostei potrebbero aver avuto un tempo un raggio analogamente limitato e, dopo essersi sviluppati ampiamente in qualche mare, avrebbero potuto diffondersi largamente altrove. Né abbiamo diritto di supporre che i mari del mondo siano sempre stati aperti da sud a nord come sono ora. Ancora oggi, se l'arcipelago malese si trasformasse in un continente, le parti tropicali dell'oceano Indiano formerebbero un grande bacino perfettamente chiuso, in cui qualsiasi grande gruppo di animali marini potrebbe moltiplicarsi e rimanere confinato, finché qualche specie non diventasse adatta a un clima più freddo e riuscisse a doppiare i capi meridionali dell'Africa e dell'Australia, raggiungendo altri mari lontani.

Sulla base di queste considerazioni e di altre simili — ma principalmente per la nostra ignoranza della geologia dei paesi posti oltre i confini dell'Europa e degli Stati Uniti, e per la rivoluzione operata dalle scoperte, compiute anche solo nell'ultima dozzina di anni, in molti punti delle nostre conoscenze paleontologiche — mi sembra che esprimere opinioni dogmatiche sulla successione degli esseri organici in tutto il mondo sarebbe altrettanto avventato quanto per un naturalista, sbarcato da cinque minuti in un punto deserto dell'Australia, mettersi a discettare sul numero e la diffusione delle sue produzioni.

Sulla comparsa improvvisa di gruppi di specie affini nei più profondi strati fossiliferi noti — C'è un'altra difficoltà collegata a questa, che è molto più grave. Alludo alla maniera in cui diverse specie dello stesso gruppo appaiono improvvisamente nelle più profonde rocce fossilifere note. La maggior parte degli argomenti, che mi hanno convinto che tutte le specie esistenti dello stesso gruppo sono discese da un unico progenitore, si applicano pressappoco con la stessa efficacia alle prime specie note. Per esempio, non dubito che le *trilobiti* del periodo siluriano siano discese da qualche crostaceo che deve essere vissuto molto prima del siluriano, e che era probabilmente diverso da qualsiasi animale conosciuto. Alcuni dei più antichi animali del siluriano, come il *nautilus*, la *lingula* ecc., Non differiscono molto dalle specie viventi; e in base alla mia teoria non si può supporre che queste

antiche specie fossero le progenitrici di tutte le specie degli ordini cui appartengono, perché non presentano caratteri in qualche misura intermedi tra esse. Se, inoltre, fossero i progenitori di questi ordini, quasi certamente sarebbero stati soppiantati e sterminati molto tempo fa dai loro numerosi discendenti migliorati.

Di conseguenza, se la mia teoria è vera, è innegabile che, prima che lo strato siluriano più basso si depositasse, devono essere passati lunghi periodi, probabilmente della durata corrispondente o forse molto superiore all'intero intervallo fra il Siluriano e l'epoca attuale, e in quei lunghi eppure sconosciuti periodi di tempo il mondo doveva brulicare di creature viventi.

Non sono in grado di dare una risposta soddisfacente alla domanda sul perché non si trovi una documentazione di quei vasti periodi primordiali. Alcuni dei più eminenti geologi, con in testa Sir R. Murchison, sono convinti che nei resti organici dello strato inferiore del Siluriano siano presenti le prime tracce della vita su questo pianeta. Altri giudici altamente competenti, come Lyell e il compianto Forbes, mettono in discussione questa conclusione. Non dobbiamo dimenticare che soltanto una piccola parte del mondo ci è nota con qualche accuratezza. Il signor Barrande recentemente ha introdotto accanto al sistema siluriano un altro strato più basso, che abbonda di specie nuove e peculiari. Tracce di vita sono state individuate nei depositi di Longmynd, al di sotto della cosiddetta zona primordiale di Barrande. La presenza di **noduli** fosfatici e di materia bituminosa in alcune rocce azoiche inferiori indica probabilmente che la vita esisteva già in quei periodi. Ma la difficoltà di comprendere l'assenza di vasti cumuli di strati fossiliferi, che secondo la mia teoria si formarono certamente prima del Siluriano, è molto grande. Se questi antichissimi depositi fossero stati erosi dal denudamento, o cancellati dall'azione metamorfica, dovremmo rinvenire soltanto piccoli residui delle formazioni immediatamente successive, e queste dovrebbero trovarsi perlopiù in una condizione metamorfosata. Ma le descrizioni che possediamo ora dei depositi siluriani che si trovano negli immensi territori della Russia e degli Stati Uniti non avallano la teoria secondo cui più antica è una formazione più deve essere stata soggetta al massimo grado di denudamento e di metamorfismo.

Al momento, la questione non può che restare inspiegata, e certamente può essere portata come un argomento valido contro le opinioni qui esposte. Offrirò la seguente ipotesi per mostrare che in futuro potrà forse trovare qualche spiegazione. Dalla natura dei resti organici, che non sembrano essere vissuti a grandi profondità nelle diverse formazioni dell'Europa e degli Stati Uniti, e dalla quantità di sedimento, dello spessore di alcune miglia, da cui le formazioni sono

composte, possiamo inferire che tutte le grandi isole o tratti di terra, da cui il sedimento proveniva, si dovevano trovare nelle vicinanze degli attuali continenti europeo e nordamericano. Ma non sappiamo quale fosse la situazione negli intervalli tra le formazioni successive, se l'Europa e gli Stati Uniti durante quegli intervalli esistessero come terre emerse o come superfici sottomarine vicine alla terra, su cui il sedimento non si depositava, o ancora come il fondo di un mare aperto e insondabile.

Se guardiamo gli oceani attuali, che sono grandi tre volte le terre emerse, li vediamo costellati da molte isole, ma non conosciamo una sola isola oceanica che presenti almeno un frammento di una formazione paleozoica o secondaria. Dunque possiamo forse concludere che, durante le ere paleozoica e secondaria, dove ci sono ora gli oceani non c'erano né continenti né isole continentali; perché, se fossero esistite, in quei luoghi con ogni probabilità si sarebbero accumulate formazioni paleozoiche e secondarie a partire dal sedimento derivato dalla loro erosione, e poi tali formazioni si sarebbero almeno in parte sollevate per le oscillazioni di livello che devono essersi verificate durante questi periodi di tempo enormemente lunghi. Se possiamo dedurre alcunché da questi fatti, possiamo ritenere che, dove ora si trovano gli oceani, ci sono stati oceani fin dai tempi più remoti di cui abbiamo traccia, e, d'altra parte, che dove ora si trovano i continenti esistevano larghi tratti di terra soggetti indubbiamente a grandi oscillazioni di livello, fin dal più antico periodo siluriano. La mappa a colori allegata al mio volume sulle *Scogliere coralline* mi ha portato a concludere che i grandi oceani sono tuttora, perlopiù, aree di subsidenza, mentre i grandi arcipelaghi sono tuttora aree di oscillazioni di livello e i continenti aree di innalzamento. Ma abbiamo qualche ragione per presumere che le cose siano state così da sempre? I nostri continenti sembrano essersi formati per il prevalere, in mezzo a molte oscillazioni di livello, delle forze di sollevamento; ma le aree di movimento prevalente non potrebbero essere cambiate nel corso delle età? In un periodo enormemente anteriore all'epoca siluriana, i continenti possono essersi trovati dove ora si trovano gli oceani, e oceani aperti e trasparenti possono essere esistiti dove ora si trovano i continenti. E non c'è ragione di supporre che, se per esempio il fondo dell'oceano Pacifico fosse convertito oggi in un continente, vi dovremmo trovare delle formazioni più antiche degli strati siluriani, ammesso che vi si fossero prima depositati. Perché può ben accadere che degli strati abbassatisi di alcune miglia e più vicini al centro della terra, sottoposti alla pressione dell'enorme peso dell'acqua sovrastante, siano andati soggetti a un'azione metamorfica maggiore degli strati che sono sempre rimasti più vicini alla superficie. Mi è sempre sembrato che le

immense aree di alcune parti del mondo, per esempio in Sud America, composte di pure rocce metamorfiche che devono essere state riscaldate a pressioni elevate, richiedessero qualche spiegazione speciale; e possiamo forse ritenere che, in quelle ampie estensioni, noi vediamo in una condizione completamente metamorfosata le molte formazioni di gran lunga precedenti l'epoca siluriana.

Le molte difficoltà qui discusse, cioè l'assenza nelle formazioni successive di infiniti anelli di transizione tra le molte specie esistenti o esistite, il modo improvviso in cui interi gruppi di specie appaiono nelle formazioni europee, la mancanza quasi totale, per quanto ne sappiamo, di formazioni fossilifere al di sotto degli strati siluriani, sono tutte senza dubbio difficoltà molto gravi. Ce ne rendiamo conto nel modo più chiaro se consideriamo che tutti i più eminenti paleontologi, e cioè Cuvier, Owen, Agassiz, Barrande, Falconer, E. Forbes ecc., e tutti i più grandi geologi, come Lyell, Murchison, Sedgwick ecc., hanno sostenuto unanimemente, spesso con veemenza, l'immutabilità delle specie. Tuttavia ho ragione di credere che una grande autorità come Sir Charles Lyell, sulla base di ulteriori riflessioni, nutra dei gravi dubbi sull'argomento. Percepisco bene quanto sia avventato discostarsi da queste grandi autorità alle quali, insieme ad altre, dobbiamo tutto quanto sappiamo. Senza dubbio coloro che considerano assolutamente perfetta la documentazione geologica naturale, e non attribuiscono molto peso ai fatti e agli argomenti d'altro tipo presentati in questo volume, respingeranno immediatamente la mia teoria. Per quanto mi riguarda, seguendo la metafora di Lyell, considero la documentazione geologica naturale come una storia del mondo conservata imperfettamente e scritta in un dialetto che cambia; una storia di cui possediamo soltanto l'ultimo volume relativo a due o tre paesi. Di questo volume solo un breve capitolo ogni tanto è stato conservato e, di ogni pagina, solo qualche riga qua e là. Ogni parola di questa lingua in cui si suppone che la storia sia scritta, che cambia lentamente, essendo più o meno diversa nella successione interrotta dei capitoli, può rappresentare le forme di vita che sono cambiate apparentemente all'improvviso, sepolte nelle nostre formazioni consecutive ma assai distanti tra loro. Se si adotta questo punto di vista le difficoltà sopra discusse si riducono di gran lunga o addirittura spariscono.

CAPITOLO X

SULLA SUCCESSIONE DEGLI ESSERI ORGANICI NELLE ERE GEOLOGICHE

Sull'apparizione lenta e successiva di nuove specie — Sul loro diverso ritmo di cambiamento — Una volta scomparse, le specie non appaiono di nuovo — I gruppi di specie, quando appaiono e poi spariscono, seguono le stesse regole generali delle singole specie — Sull'estinzione — Sui cambiamenti simultanei nelle forme di vita in diverse parti del mondo — Affinità delle specie estinte tra loro e con le specie viventi — A proposito dello stato di sviluppo delle forme antiche — Sulla successione degli stessi tipi nelle medesime aree — Riassunto di questo capitolo e del precedente

Vediamo ora se i diversi fatti e le regole relative alla successione degli esseri organici nelle ere geologiche si accordano meglio con l'opinione comune della immutabilità delle specie oppure con quella della loro lenta e graduale modificazione mediante la discendenza e la selezione naturale.

Nuove specie sono apparse molto lentamente, una dopo l'altra, sia sulla terra che nelle acque. Lyell ha mostrato che è praticamente impossibile negare l'evidenza su questo fatto nel caso dei diversi stadi del terziario; e ogni anno i vuoti tra essi si riempiono un poco, così che il rapporto percentuale tra forme perdute e forme nuove viene a mostrare un passaggio più graduale. In alcuni dei depositi più recenti — per quanto senza dubbio molto antichi se misurati in termini di anni — solo una o due specie sono forme perdute e solo una o due sono forme nuove apparse per la prima volta, in quegli specifici luoghi o, per quanto ne sappiamo, sulla faccia della terra. Se possiamo fidarci delle osservazioni effettuate da Filippi¹ in Sicilia, i cambiamenti successivi nelle popolazioni marine di quell'isola sono stati numerosi e perlopiù gradualmente. Le formazioni secondarie sono più frammentate ma, come ha osservato Bronn, né l'apparizione né la sparizione delle loro numerose specie ora estinte è stata simultanea in ogni formazione separata.

Specie di generi e classi differenti non sono cambiate con lo stesso ritmo o nello stesso grado. Nei più antichi depositi terziari si possono trovare ancora alcune conchiglie viventi in mezzo a una moltitudine di forme estinte. Falconer ha fornito un esempio sorprendente di un simile fatto, mostrando nei depositi subhimalaiani i resti di un coccodrillo ancora esistente situati assieme a quelli di molti

mammiferi e rettili strani e perduti. La *Lingula* del Siluriano presenta una differenza minima rispetto alle specie viventi di questo genere, mentre la maggior parte degli altri molluschi e tutti i crostacei del Siluriano sono cambiati di molto. Le creature terrestri sembrano cambiare più velocemente di quelle marine, una circostanza di cui è stato osservato un esempio sorprendente in Svizzera. Ci sono ragioni che ci spingono a credere che gli organismi che si ritiene occupino un posto elevato nella scala della natura cambino più rapidamente di quelli che si trovano in basso, anche se questa regola non è priva di eccezioni. Come ha osservato Pictet, non c'è una stretta corrispondenza tra le proporzioni del cambiamento organico e la successione delle nostre formazioni geologiche: è cioè raro che tra due formazioni consecutive le forme di vita siano cambiate esattamente nella stessa misura. E tuttavia, se confrontiamo qualsiasi formazione tra quelle non strettamente collegate, si troverà che tutte le specie hanno subito qualche cambiamento. Una volta che una specie è sparita dalla faccia della terra, abbiamo ragione di credere che la stessa identica forma non riappaia mai più. La più forte eccezione apparente a questa regola sono le cosiddette «colonie» del signor *Barrande* , che per un certo periodo si insinuano nel mezzo di una formazione più antica e poi lasciano spazio alla riapparizione della fauna preesistente; ma la spiegazione di Lyell, per cui si tratterebbe di un caso di migrazione temporanea da una provincia geografica distinta, mi sembra soddisfacente.

Questi diversi fatti si accordano bene con la mia teoria. Non credo che esista nessuna legge fissa di sviluppo che causi il cambiamento dell'intera popolazione di un paese in modo improvviso, simultaneamente o in egual misura. Il processo di modificazione deve essere estremamente lento. La variabilità di ogni specie è piuttosto indipendente da quella di tutte le altre. Che questa variabilità sia sfruttata dalla selezione naturale e le variazioni siano accumulate in quantità maggiore o minore, causando una quantità maggiore o minore di modificazione nella specie che varia, dipende da molte e complesse circostanze contingenti: dal fatto che la variabilità sia di natura benefica, dalla capacità di incrocio, dal tasso di riproduzione, dal lento cambiamento delle condizioni fisiche del paese e, soprattutto, dalla natura degli altri abitanti con cui la specie che cambia entra in competizione. Non sorprende affatto, dunque, che una specie conservi la stessa identica forma molto più a lungo di altre o, se cambia, che cambi di meno. Possiamo osservare questo stesso fatto nella distribuzione geografica: per esempio nelle conchiglie terrestri e nei coleotteri di Madera, che si sono differenziati considerevolmente dai loro affini più stretti del continente europeo, mentre le conchiglie marine e gli uccelli non sono cambiati. Come ho spiegato in un

capitolo precedente, possiamo forse comprendere il tasso di cambiamento apparentemente più veloce delle creature terrestri e più altamente organizzate rispetto a quelle marine e inferiori considerando le relazioni più complesse che gli esseri più elevati hanno con le loro condizioni di vita organiche e inorganiche. Quando molti abitanti di un paese sono cambiati e migliorati, è comprensibile — in base al principio di competizione e a quello delle molte, importantissime relazioni tra i diversi organismi — che qualsiasi forma che non sia a sua volta cambiata e migliorata, almeno in qualche misura, sarà soggetta alla possibilità di essere sterminata. Possiamo così vedere perché, in ultima analisi, se consideriamo degli intervalli di tempo abbastanza lunghi, tutte le specie della stessa regione si vengono a modificare: perché quelle che non cambiano si estinguono.

Forse nei membri della stessa classe la quantità media di cambiamento in periodi ugualmente lunghi può essere all'incirca la stessa. Ma poiché l'accumulazione di formazioni fossilifere che resistono per molto tempo dipende dalla circostanza per cui grandi masse di sedimento si devono essere depositate in aree che nel frattempo erano soggette a subsidenza, le nostre formazioni devono essersi quasi necessariamente accumulate a intervalli lunghi e irregolarmente intermittenti. Di conseguenza la quantità di cambiamento organico esibita dai fossili impressi in formazioni consecutive è diseguale. Ogni formazione, secondo questa concezione, non rivela un atto di creazione nuovo e completo, ma soltanto una scena saltuaria, tratta quasi per caso da un dramma che cambia lentamente.

Possiamo comprendere con chiarezza perché una specie, una volta scomparsa, non riapparirà mai anche se si dovessero ripresentare le stesse condizioni di vita organiche e inorganiche. Perché anche se la prole di una specie potrebbe essera adatta (cosa senza dubbio accaduta innumerevoli volte) a riempire lo stesso identico posto di un'altra specie nell'economia della natura e così soppiantarla, le due forme tuttavia — la vecchia e la nuova — non sarebbero identiche, perché entrambe erediterebbero quasi certamente delle caratteristiche differenti dai loro distinti progenitori. Per esempio, se i nostri colombi pavoncelli fossero tutti eliminati, è possibile che gli appassionati, perseguendo per lungo tempo lo stesso obiettivo, riescano a produrre una nuova razza praticamente indistinguibile dall'attuale pavoncello. Ma se fossero eliminati anche i colombi selvatici — e in natura abbiamo ogni ragione di ritenere che la forma progenitrice venga generalmente soppiantata e sterminata dai discendenti migliorati — è piuttosto incredibile che un pavoncello identico all'attuale possa essere ottenuto da qualunque altra specie di colombo, o anche da altre

razze ben marcate del colombo domestico, perché il nuovo pavoncello erediterebbe sicuramente dal suo nuovo progenitore alcune lievi differenze caratteristiche.

I gruppi di specie, cioè i generi e le famiglie, seguono nell'apparire e nello sparire le stesse regole generali delle singole specie, cambiando più o meno rapidamente e in misura maggiore o minore. Un gruppo, una volta sparito, non riappare più e la sua esistenza, finché dura, è continua. Sono consapevole che ci sono delle eccezioni a questa regola, ma sono incredibilmente poche, così poche che anche E. Forbes, Pictet e Woodward (benché tutti contrari a idee come quelle da me sostenute) ammettono la sua verità; e la regola si accorda strettamente con la mia teoria. Perché, se tutte le specie dello stesso gruppo sono discese da una certa specie, è chiaro che, fin tanto che nuove specie del gruppo non sono apparse nel lungo succedersi delle ere, i suoi membri devono essere esistiti con continuità altrettanto a lungo, generando forme nuove e modificate oppure le stesse antiche forme non modificate. Le specie del genere *Lingula*, per esempio, devono essere esistite per una successione ininterrotta di generazioni dallo strato siluriano inferiore fino ai giorni nostri.

Nell'ultimo capitolo abbiamo visto che, a volte, sembra erroneamente che le specie di un gruppo siano apparse all'improvviso, e ho cercato di dare una spiegazione di questo fatto che, se dimostrato, sarebbe fatale per le mie concezioni. Ma casi del genere sono certamente eccezionali: la regola generale prevede infatti un aumento graduale nel numero delle specie finché un gruppo raggiunge il massimo, per poi, presto o tardi, diminuire gradualmente. Se rappresentiamo il numero delle specie di un genere, o il numero dei generi di una famiglia, con una linea verticale di spessore variabile che attraversa le formazioni geologiche successive in cui si trovano le specie, a volte sembrerà erroneamente che all'estremità inferiore la linea non cominci con una punta affilata bensì all'improvviso. Poi si ingrosserà gradualmente verso l'alto, conservando a volte per un tratto lo stesso spessore, e infine si assottiglierà nei depositi superiori, a indicare la diminuzione e l'estinzione finale delle specie. Questo incremento graduale nel numero delle specie di un gruppo è del tutto in linea con la mia teoria, perché le specie dello stesso genere e i generi della stessa famiglia possono aumentare solo lentamente e progressivamente: il processo di modificazione e la produzione di un certo numero di forme affini deve infatti essere lento e graduale, in quanto una specie dà luogo prima a due o tre varietà che si convertono lentamente in specie, le quali a loro volta producono con passaggi altrettanto lenti altre specie e così via, come le ramificazioni di un grande albero a partire da un solo tronco, finché il gruppo diventa grande.

Sull'estinzione — Finora abbiamo parlato soltanto per inciso della sparizione delle specie e dei gruppi di specie. Secondo la teoria della selezione naturale, l'estinzione delle vecchie forme e la produzione di forme nuove e migliorate sono intimamente connesse. La vecchia nozione secondo cui tutti gli organismi viventi sulla terra sarebbero stati spazzati via in periodi successivi da catastrofi è stata perlopiù abbandonata, anche da parte di quei geologi, come Elie de Beaumont, Murchison, Barrande ecc., le cui concezioni generali porterebbero naturalmente a quella conclusione. Al contrario, in base allo studio delle formazioni terziarie, abbiamo ogni ragione di ritenere che le specie e i gruppi di specie spariscano gradualmente, uno dopo l'altro, prima da un certo luogo, poi da un altro e infine dal mondo intero. Sia le singole specie sia i gruppi di specie durano per periodi di tempo diseguali, con alcuni gruppi che, come abbiamo visto, hanno resistito dai primi albori conosciuti della vita fino a oggi, mentre altri sono spariti prima della fine del periodo paleozoico. A quanto pare non ci sono leggi fisse che determinino la quantità di tempo per cui una specie o un genere debbano durare. C'è ragione di ritenere che l'estinzione completa delle specie di un gruppo sia generalmente un processo più lento della loro produzione. Se, come prima, rappresentiamo l'apparizione e la sparizione di un gruppo di specie mediante una linea verticale di spessore variabile, si vede che la linea si assottiglia più gradualmente nella parte superiore, che indica l'avanzare dell'eliminazione, rispetto alla parte inferiore, che indica la prima apparizione e l'aumento nel numero delle specie. In qualche caso, tuttavia, l'eliminazione di interi gruppi di esseri, come le [ammoniti](#) verso la fine del periodo secondario, è stata straordinariamente improvvisa.

Complessivamente il tema dell'estinzione delle specie è rimasto avvolto nel più ingiustificato mistero. Alcuni autori hanno perfino supposto che le specie abbiano una precisa durata, come la vita degli individui. Credo che nessuno abbia potuto stupirsi più di me di fronte all'estinzione delle specie. Quando a La Plata trovai il dente di un [cavallo](#) immerso insieme con i resti di Mastodonte, Megaterio, Toxodon e altri mostri estinti, tutti vissuti insieme a conchiglie ancora viventi in un'epoca geologica molto tarda, fui colto da grande stupore. Infatti, considerando che il cavallo, dopo l'introduzione in Sud America da parte degli spagnoli, si è inselvatichito ed è aumentato di numero a un tasso ineguagliato, mi chiesi che cosa poteva aver eliminato tanto di recente quel vecchio cavallo che si era trovato in condizioni di vita apparentemente così favorevoli. Ma il mio stupore era del tutto infondato! Il professor Owen si rese subito conto che il dente, benché così simile a quello del cavallo attuale, apparteneva a una specie estinta. Se quel cavallo fosse stato ancora vivente, ma in

qualche misura raro, nessun naturalista si sarebbe sorpreso, perché la rarità è l'attributo di un gran numero di specie di tutte le classi in tutti i paesi. Se ci chiediamo perché questa o quella specie è rara, rispondiamo che c'è qualcosa di sfavorevole nelle sue condizioni di vita, ma non sappiamo quasi mai dire di cosa si tratta. Se il cavallo fossile esistesse ancora oggi come specie rara, in base all'analogia con tutti gli altri mammiferi — compreso l'elefante, che si riproduce lentamente — e considerando la naturalizzazione del cavallo domestico in Sud America, potremmo stimare con certezza che in condizioni più favorevoli avrebbe colonizzato l'intero continente in pochi anni. Ma non sapremmo dire quali condizioni ne impedirono l'aumento, se si trattasse di una o più circostanze, a quale età abbiano agito sul cavallo e in quale misura. Se le condizioni avessero continuato a diventare sempre meno favorevoli, sia pure lentamente, non ci saremmo resi sicuramente conto della cosa, eppure il cavallo sarebbe diventato sempre più raro e alla fine si sarebbe estinto e il suo posto sarebbe stato conquistato da qualche competitore di maggior successo.

È difficilissimo ricordare sempre che l'aumento di ogni essere vivente viene costantemente controllato da fattori dannosi che non percepiamo, e che quegli stessi fattori sono più che sufficienti a causare la rarità e infine l'estinzione. Nelle formazioni terziarie più recenti vediamo in molti casi che la rarità precede l'estinzione e sappiamo che questo è stato il succedersi degli eventi nel caso degli animali che sono stati eliminati, localmente o completamente, a opera dell'uomo. Posso ripetere ciò che ho pubblicato nel 1845, e cioè che ammettere che in genere le specie diventano rare prima di estinguersi — non provare sorpresa di fronte alla rarità di una specie e tuttavia meravigliarsi molto quando cessa di esistere — è come ammettere che nell'individuo la malattia precorre la morte, non provare sorpresa di fronte alla malattia, ma meravigliarsi poi quando il malato muore e sospettare che sia morto per qualche oscuro atto di violenza.

La teoria della selezione naturale è fondata sull'opinione che ogni nuova varietà, e in definitiva ogni nuova specie, è prodotta e conservata perché ha qualche vantaggio rispetto a quelle con cui entra in competizione, e l'estinzione successiva delle forme meno favorite ne segue quasi inevitabilmente. Lo stesso accade con le nostre produzioni domestiche: quando viene prodotta una nuova varietà leggermente migliorata, dapprima soppianta le varietà meno migliorate che si trovano negli stessi paraggi; quando è molto migliorata viene trasportata in lungo e in largo come è successo ai nostri bovini dalle corna corte e prende il posto di altre razze in altri paesi. Così l'apparizione di nuove forme e la sparizione delle forme antiche sono legate, sia in natura sia nell'allevamento. In alcuni gruppi che

prosperano, il numero delle nuove forme specifiche che sono state prodotte in un dato tempo è probabilmente maggiore del numero delle vecchie forme che sono state eliminate. Ma sappiamo che il numero delle specie non è andato crescendo indefinitamente, almeno durante le ere geologiche più recenti, per cui se guardiamo ai tempi meno lontani possiamo ritenere che la produzione di nuove forme abbia causato l'estinzione all'incirca dello stesso numero di forme antiche.

Come abbiamo già spiegato e illustrato con degli esempi, la competizione sarà generalmente più severa tra le forme che si assomigliano di più sotto ogni aspetto. Perciò i discendenti modificati di una specie causeranno generalmente l'eliminazione delle specie progenitrici, e se si sono sviluppate molte forme nuove da una specie qualsiasi, le specie più affini a quella specie, cioè le specie dello stesso genere, saranno le più soggette a essere sterminate. Così, io credo, un certo numero di nuove specie discese da una data specie, cioè un nuovo genere, finisce per soppiantare un vecchio genere appartenente alla stessa famiglia. Ma deve essere accaduto spesso che una nuova specie appartenente a qualche gruppo abbia preso il posto occupato da una specie appartenente a un gruppo distinto, causandone l'eliminazione. E se molte forme affini si sono sviluppate a partire dall'intruso di successo, molte hanno dovuto cedere il posto; e si tratterà generalmente di forme affini, affette da qualche inferiorità ereditata in comune. Ma, tanto che a cedere il posto alle specie modificate e migliorate siano delle specie dello stesso genere oppure di una classe diversa, spesso alcune delle vittime possono conservarsi a lungo, perché sono adattate a qualche particolare condotta di vita o perché occupano qualche stazione lontana e isolata, dove sono sottratte a una competizione severa. Per esempio una singola specie di [trigonia](#), un grande genere di conchiglie delle formazioni secondarie, sopravvive nei mari australiani, e alcuni membri del grande gruppo dei pesci ganoidi, che è quasi estinto, abitano ancora le nostre acque dolci. Pertanto, come abbiamo visto, l'estinzione completa di un gruppo è generalmente un processo più lento della sua produzione.

Circa l'eliminazione apparentemente improvvisa di intere famiglie o ordini, come le trilobiti alla fine del periodo paleozoico e delle [ammoniti](#) alla fine del periodo secondario, dobbiamo ricordare quel che è già stato detto a proposito dei probabili, ampi intervalli di tempo tra le nostre formazioni consecutive, intervalli in cui può esserci stata una vasta e lenta eliminazione. Inoltre, quando con un'immigrazione improvvisa o uno sviluppo insolitamente rapido molte specie di un nuovo gruppo hanno preso possesso di un'area, avranno eliminato in maniera altrettanto rapida molti degli antichi abitanti e le specie che hanno così ceduto il posto saranno comunemente affini, perché avranno qualche inferiorità in comune.

Dunque mi sembra che il modo in cui singole specie e interi gruppi di specie si estinguono si accordi bene con la teoria della selezione naturale. Non dobbiamo stupirci di fronte all'estinzione. Se proprio vogliamo stupirci, facciamolo piuttosto per la nostra presunzione nell'immaginare anche solo per un attimo di comprendere le molte, complesse circostanze contingenti da cui dipende l'esistenza di ogni specie. Se dimentichiamo per un attimo che ogni specie tende ad aumentare disordinatamente, e che qualche meccanismo di controllo è sempre in azione, anche se raramente lo percepiamo, l'intera economia della natura ci apparirà avvolta nell'oscurità. Quando sapremo dire con precisione perché questa specie conta più individui di quella, e perché questa specie e non un'altra può essere naturalizzata in un certo paese, soltanto allora potremo provare sorpresa se non sapremo spiegare l'estinzione di una particolare specie o di un gruppo di specie.

Sulle forme di vita che cambiano quasi simultaneamente in diverse parti del mondo — Forse nessuna scoperta paleontologica è più sorprendente del fatto che le forme di vita cambiano quasi simultaneamente in diverse parti del mondo. Così la [formazione cretacea](#) dell'Europa può trovarsi in molte parti lontane del mondo sotto i climi più diversi, dove non vi è un solo frammento della creta minerale, vale a dire nel Nord America, nelle regioni equatoriali del Sud America, nella Terra del Fuoco, presso il Capo di Buona Speranza e nella penisola indiana. Perché in questi punti tanto distanti, in certi depositi, i resti organici presentano un inconfondibile grado di somiglianza con quelli del Cretaceo. Non è che incontriamo le stesse specie, perché in alcuni casi non vi si trova una sola specie identica; ma le specie appartengono alle stesse famiglie, generi e sezioni di generi, e a volte hanno caratteristiche simili per aspetti della minima importanza, come le incisioni superficiali. Inoltre in questi lontani punti del mondo alcune altre forme, che non si trovano nel Cretaceo europeo bensì nelle formazioni inferiori o superiori, sono similmente assenti. Numerosi autori hanno osservato un simile parallelismo nelle forme di vita di diverse formazioni paleozoiche successive della Russia, dell'Europa occidentale e del Nord America, e secondo Lyell la stessa cosa vale per diversi depositi terziari europei e nordamericani. Anche se mettiamo del tutto da parte le poche specie fossili comuni al Vecchio e al Nuovo mondo, il parallelismo generale delle forme successive di vita negli stadi dei ben separati periodi paleozoico e terziario resta evidente e le diverse formazioni possono essere poste facilmente in relazione.

Queste osservazioni, tuttavia, si riferiscono alle popolazioni marine

di parti distanti del mondo: non abbiamo dati sufficienti per giudicare se le creature terrestri e d'acqua dolce cambino in punti lontani con lo stesso parallelismo. Possiamo dubitare che siano cambiate in tal modo: se il megaterio, il milodonte, la macrauchenia e il toxodonte fossero stati portati in Europa da La Plata senza alcuna informazione riguardo alla loro posizione geologica, nessuno avrebbe sospettato che erano vissuti insieme a delle conchiglie marine tuttora esistenti. Ma poiché questi mostri anomali sono vissuti insieme al mastodonte e al cavallo, si sarebbe potuto almeno inferire che erano vissuti in uno degli ultimi stadi del terziario.

Quando si dice che le forme di vita marine sono cambiate simultaneamente nelle diverse parti del mondo non si deve supporre che ci si riferisca alle stesse migliaia o centinaia di migliaia di anni, o che ci si esprima da un punto di vista strettamente geologico. Perché, se si confrontassero tutti gli animali marini che vivono oggi in Europa e quelli che vissero in Europa nel Pleistocene (un periodo enormemente remoto in termini di anni, che comprende l'intera era glaciale) con quelli che vivono ora in Sud America o in Australia, anche il più abile dei naturalisti avrebbe molte difficoltà a dire se siano gli abitanti odierni d'Europa oppure quelli del Pleistocene ad assomigliare di più agli abitanti dell'emisfero meridionale. Così, ancora, diversi osservatori altamente competenti ritengono che le creature attuali degli Stati Uniti siano collegate più strettamente a quelle che vivevano in Europa in certi periodi della tarda era terziaria rispetto a quelle che vi vivono oggi. Ed è evidente che, se è così, i depositi fossiliferi che si formano oggi sulle rive del Nord America potrebbero essere classificati un giorno insieme con i depositi europei un poco più antichi. Nondimeno, se guardiamo a un futuro lontano, io credo che ci siano pochi dubbi che tutte le formazioni *marine* più moderne, cioè del Pliocene superiore, del Pleistocene e i depositi strettamente moderni d'Europa, dell'America settentrionale e meridionale e d'Australia, dovranno essere classificate correttamente come simultanee in senso geologico, poiché contengono resti fossili in qualche misura affini e non contengono forme che si trovano soltanto nei più antichi depositi sottostanti.

Il fatto che alcune forme di vita cambiano simultaneamente, nel senso ampio indicato, in parti distanti del mondo ha colpito fortemente quegli ammirevoli osservatori che sono i signori de [Verneuil](#) e d'[Archiac](#). Dopo aver fatto riferimento al parallelismo delle forme di vita del Paleozoico in diverse parti d'Europa, essi aggiungono: «Se, colpiti da questa strana sequenza, rivolgiamo la nostra attenzione al Nord America e vi scopriamo una serie di fenomeni analoghi, apparirà certo che tutte queste modificazioni delle specie, la loro estinzione e l'introduzione di specie nuove non possono

essere dovute soltanto a dei cambiamenti nelle correnti marine o ad altre cause più o meno locali e temporanee, ma dipendono da leggi generali che governano l'intero regno animale». Il signor Barrande ha fatto alcune solide osservazioni che si muovono nella stessa identica direzione. In effetti è piuttosto futile considerare i cambiamenti delle correnti, del clima o di altre condizioni fisiche come la causa dei grandi mutamenti nelle forme di vita che si verificano dappertutto nel mondo e nei climi più diversi. Come ha affermato Barrande, dobbiamo piuttosto prendere in considerazione qualche legge speciale. Lo vedremo più chiaramente quando tratteremo la distribuzione attuale degli esseri organici e quando constateremo quanto è tenue la relazione tra le condizioni fisiche dei vari paesi e la natura degli organismi che li abitano.

Il grande fatto della successione parallela delle forme di vita nelle diverse regioni del mondo può essere spiegato con la teoria della selezione naturale. Nuove specie si formano perché sorgono nuove varietà che hanno qualche vantaggio sulle vecchie forme; e le forme che sono già dominanti o hanno qualche vantaggio sulle altre forme del loro paese naturalmente daranno origine più spesso a nuove varietà o specie incipienti, perché queste ultime devono essere vittoriose in misura ancora maggiore per conservarsi e sopravvivere. Abbiamo delle testimonianze precise su questo punto nel fatto che le piante dominanti — cioè che sono le più comuni nei loro habitat e sono diffuse più ampiamente — hanno prodotto il maggior numero di nuove varietà. È anche naturale che le specie dominanti, che variano e si diffondono largamente e hanno già invaso fino a un certo punto i territori di altre specie, siano quelle che avranno la migliore possibilità di diffondersi ulteriormente e dare vita a varietà e specie nuove in nuovi paesi. Il processo di diffusione può essere spesso molto lento, perché dipende dai cambiamenti climatici e geografici o da strani accidenti, ma a lungo andare le forme dominanti riusciranno generalmente a diffondersi. È probabile che la diffusione sia più lenta per gli abitanti terrestri di continenti distinti che per gli abitanti di mari comunicanti. Potremmo dunque aspettarci di trovare, come a quanto pare troviamo, un grado di successione parallela meno stretto nelle creature terrestri che in quelle marine.

Le specie dominanti che si diffondono a partire da una certa regione possono imbattersi in specie ancora più dominanti e allora il loro corso trionfale o addirittura la loro stessa esistenza cesseranno. Non conosciamo affatto con precisione quali siano tutte le condizioni favorevoli alla moltiplicazione di specie nuove e dominanti. Credo tuttavia che possiamo vedere chiaramente come il fatto di poter contare su un certo numero di individui — che offre maggiori occasioni per la comparsa di variazioni favorevoli —, una

competizione severa con molte forme già esistenti e la capacità di diffondersi in nuovi territori siano condizioni altamente favorevoli. Come ho già spiegato, anche un certo grado di isolamento, che si ripresenti a lunghi intervalli di tempo, è probabilmente una condizione favorevole. Una parte del mondo può essere stata assai favorevole alla produzione di specie terrestri nuove e dominanti, e un'altra a quelle che abitano le acque del mare. Se due grandi regioni si trovano in condizioni egualmente favorevoli per un lungo periodo di tempo, ogni volta che i loro abitanti si incontreranno la battaglia sarà lunga e severa, e la vittoria arriderà a qualcuno di una regione e a qualcuno dell'altra. Ma nel corso del tempo le forme maggiormente dominanti, ovunque siano comparse, tenderanno a prevalere dappertutto. Prevalendo causeranno l'estinzione di altre forme inferiori e, poiché queste forme inferiori saranno collegate in gruppi dall'eredità, interi gruppi tenderanno a sparire lentamente, anche se qua e là un singolo membro potrà ritrovarsi in grado di sopravvivere a lungo.

Così, mi sembra, la successione parallela e, in senso ampio, simultanea delle stesse forme di vita in diverse parti del mondo si accorda bene con il principio per cui nuove specie si formano a partire da specie dominanti che si diffondono ampiamente e variano. Le nuove specie così prodotte, essendo esse stesse dominanti grazie all'eredità e avendo già qualche vantaggio sui loro progenitori o su altre specie, si diffonderanno ancora, varieranno e produrranno nuove specie. Le forme che sono soprafatte, e cedono il posto alle forme nuove e vittoriose, sono generalmente collegate in gruppi, perché hanno ereditato qualche inferiorità in comune. Pertanto, mentre gruppi nuovi e migliorati si diffonderanno nel mondo, i vecchi gruppi spariranno e la successione delle forme in entrambe le direzioni tenderà ovunque a corrispondere.

Vale la pena fare un'altra osservazione collegata a questo argomento. Ho fornito le mie ragioni per ritenere che tutte le più grandi formazioni fossilifere si sono depositate durante periodi di subsidenza, e che nei periodi in cui il fondo del mare era stazionario oppure si alzava ci sono stati lunghi intervalli vuoti (così come quando il sedimento non si depositava abbastanza in fretta da fissare e conservare i resti organici). Durante quei lunghi intervalli vuoti io suppongo che gli abitanti di ogni regione siano stati soggetti a una considerevole quantità di modificazioni ed estinzioni, e che si siano verificate imponenti migrazioni da altre parti del mondo. Poiché abbiamo ragione di credere che vaste aree siano soggette agli stessi movimenti, è probabile che formazioni strettamente contemporanee si siano spesso accumulate in ampie regioni nella stessa parte del mondo; ma siamo lontani dal poter concludere che sia stato sempre

così e che vaste aree siano state invariabilmente soggette agli stessi movimenti. Quando due formazioni si sono depositate in due regioni all'incirca nello stesso periodo, ma non proprio nello stesso identico periodo, dovremmo trovare in entrambe, per le cause spiegate nei paragrafi precedenti, la stessa successione generale nelle forme di vita. Ma le specie non corrisponderanno esattamente, perché in una regione ci sarà stato un poco più di tempo rispetto all'altra per la modificazione, l'estinzione e l'immigrazione.

Sospetto che casi di questa natura si siano verificati in Europa. Il signor [Prestwich](#), nelle sue ammirevoli memorie sui depositi dell'Eocene in Inghilterra e in Francia, riesce a delineare uno stretto parallelismo tra gli stadi successivi nei due paesi. Ma quando confronta certi stadi dell'Inghilterra con quelli della Francia, pur trovando in entrambi un curioso accordo nei numeri delle specie appartenenti agli stessi generi, constata che le stesse specie differiscono in una maniera assai difficile da spiegare, considerata la vicinanza delle due aree, a meno che in effetti non si supponga che un istmo separasse due mari abitati da faune distinte ma contemporanee. Lyell ha fatto osservazioni simili su alcune formazioni del tardo terziario. Anche Barrande mostra che c'è un parallelismo generale impressionante nei depositi del Siluriano in Boemia e in Scandinavia, ma constata tuttavia una sorprendente quantità di differenze nelle specie. Se le diverse formazioni in quelle regioni non si sono depositate durante gli stessi identici periodi — con una formazione di una regione che corrisponde spesso a un intervallo vuoto nell'altra — e se in entrambe le regioni le specie hanno continuato a cambiare lentamente durante l'accumulazione delle diverse formazioni e i lunghi intervalli di tempo tra esse compresi, allora le formazioni delle due regioni potrebbero essere organizzate nello stesso ordine in accordo con la successione generale della forma di vita e l'ordine darebbe la percezione erronea di essere strettamente parallelo; ma le specie non sarebbero tutte le stesse in stadi apparentemente corrispondenti delle due regioni.

Affinità delle specie estinte tra loro e con le forme viventi — Consideriamo ora le affinità reciproche tra le specie estinte e quelle viventi. Esse ricadono tutte in un grande sistema naturale, cosa che si spiega immediatamente con il principio della discendenza. Più una forma è antica più differisce, come regola generale, dalle forme viventi. Ma, come ha osservato Buckland molto tempo fa, tutti i fossili possono essere classificati all'interno dei gruppi ancora esistenti oppure tra i diversi gruppi. Non si può mettere in dubbio che le forme di vita estinte aiutino a riempire gli ampi intervalli tra i generi, le famiglie e

gli ordini oggi esistenti. Se infatti limitiamo la nostra attenzione soltanto alle forme esistenti oppure a quelle estinte, la serie che ne risulta è assai meno perfetta di quella che otteniamo combinandole entrambe in un unico sistema generale. Per quanto riguarda i vertebrati si potrebbero riempire pagine intere con esempi sorprendenti tratti dal nostro grande paleontologo, Owen, che mostrano come gli animali estinti si collochino tra i gruppi esistenti. Cuvier classificava i ruminanti e i pachidermi come i due ordini di mammiferi più distinti, ma Owen ha scoperto tanti anelli fossili che ha dovuto modificare l'intera classificazione di quei due ordini e ha collocato alcuni pachidermi nello stesso sottordine insieme con i ruminanti. Egli, per esempio, dissolve in una serie di sottili gradazioni la differenza apparentemente grande tra il suino e il cammello. Per quanto riguarda gli invertebrati, Barrande — e non si potrebbe citare un'autorità maggiore — asserisce di trovare ogni giorno conferme al fatto che gli animali del Paleozoico, benché appartengano agli stessi ordini, famiglie o generi di quelli esistenti oggi, in quell'epoca remota non erano confinati dentro gruppi ben distinti come ora.

Alcuni scrittori si sono espressi contro la possibilità di considerare qualsiasi specie o gruppo di specie estinte come intermedie tra le specie o i gruppi viventi. Se con questa affermazione si intende che una forma estinta è direttamente intermedia per tutte le sue caratteristiche tra due forme viventi, l'obiezione è probabilmente valida. Ma io intendo che in una classificazione perfettamente naturale molte specie fossili dovranno trovarsi tra le specie viventi e qualche genere estinto tra i generi viventi, anche appartenenti a famiglie distinte. Il caso più comune, specialmente con riferimento a gruppi molto lontani tra loro come i pesci e i rettili, sembra essere che, supponendo che oggi si distinguano l'uno dall'altro per una dozzina di caratteri, i membri antichi degli stessi due gruppi si sarebbero distinti per un numero un poco inferiore di caratteri, così che i due gruppi, sebbene precedentemente ben distinti, in quel periodo si avvicinavano un poco l'uno all'altro.

È credenza comune che più una forma è antica tanto più tende a connettere per qualche suo carattere gruppi che sono ora ampiamente separati l'uno dall'altro. Questa osservazione deve essere senza dubbio limitata ai gruppi che hanno subito un grande cambiamento nel corso delle ere geologiche; e sarebbe difficile provare la verità di tale affermazione, perché di tanto in tanto si scopre un animale vivente, come il *Lepidosiren*, che ha affinità nella direzione di gruppi molto distinti. Tuttavia, se confrontiamo i rettili e i batraci più antichi, i pesci più antichi, i cefalopodi più antichi e i mammiferi dell'Eocene con i membri più recenti delle stesse classi dobbiamo riconoscere che c'è qualche verità in quella osservazione.

Consideriamo ora quanto possono accordarsi con la teoria della discendenza con modificazione questi diversi fatti e inferenze. Poiché l'argomento è piuttosto complesso, devo chiedere al lettore di fare riferimento al diagramma del quarto capitolo. Possiamo supporre che le lettere numerate rappresentino i generi e le linee punteggiate che divergono da esse rappresentino le specie di ogni genere. Il diagramma è di gran lunga troppo semplice, in quanto vi sono rappresentati pochi generi e poche specie, ma ciò non ha per noi molta importanza. Le linee orizzontali possono rappresentare delle formazioni geologiche successive e tutte le forme che si trovano al di sotto della linea più alta si possono considerare estinte. I tre generi esistenti, a_{14} , q_{14} e p_{14} formeranno una piccola famiglia; b_{14} e f_{14} una famiglia o sottofamiglia strettamente affine e o_{14} , e_{14} e m_{14} una terza famiglia. Queste tre famiglie, insieme con i molti generi estinti lungo le diverse linee di discendenza che divergono dalla forma progenitrice A, costituiranno un ordine, perché tutte avranno ereditato qualche tratto condiviso dal loro antico e comune progenitore. In base al principio della costante tendenza a divergere nel carattere, che è già stato illustrato utilizzando questo diagramma, più una forma è recente più differirà generalmente dal suo antico progenitore. Perciò possiamo comprendere la regola per cui i fossili più antichi differiscono maggiormente dalle forme esistenti. Non dobbiamo supporre, tuttavia, che la [divergenza dei caratteri](#) sia una necessaria contingenza: essa dipende soltanto dal fatto che i discendenti di una specie possono così conquistare molti e diversi posti nell'economia della natura. È dunque possibile, come abbiamo visto nel caso di alcune forme del Siluriano, che una specie continui a modificarsi soltanto lievemente in relazione alle limitate alterazioni delle condizioni di vita, conservando tuttavia per un lungo periodo le stesse caratteristiche generali. Nel diagramma ciò è rappresentato dalla lettera F₁₄.

Tutte le forme estinte e recenti discese da A formano, come si è già detto, un ordine e questo ordine, per gli effetti continuati dell'estinzione e della divergenza dei caratteri, si è diviso in diverse sottofamiglie e famiglie, alcune delle quali si suppone che siano perite in periodi diversi, mentre altre si sono conservate fino a oggi.

Guardando il diagramma possiamo vedere che, se molte delle forme estinte che si suppone siano conservate nelle formazioni successive venissero scoperte in punti diversi in basso nella serie, le tre famiglie ora esistenti sulla linea superiore risulterebbero meno distinte l'una dall'altra. Se, per esempio, venissero dissotterrati i generi a_1 , a_5 , a_{10} , f_8 , m_3 , m_6 e m_9 queste tre famiglie risulterebbero così strettamente collegate che dovrebbero probabilmente essere unite in un'unica grande famiglia, in modo simile a quel che è successo con i ruminanti e i pachidermi. Eppure chi si opponesse a chiamare intermedi i generi

estinti che così collegano i generi viventi delle tre famiglie sarebbe giustificato, perché sono intermedi non direttamente, ma soltanto attraverso un percorso lungo e tortuoso, per il tramite di molte forme assai diverse. Se si trovassero molte forme estinte al di sopra di una delle linee orizzontali o formazioni geologiche intermedie — per esempio al di sopra della numero VI — e nessuna invece al di sotto di quella linea, allora soltanto due famiglie sulla sinistra (cioè a_{14} ecc. e b_{14} ecc.) dovrebbero essere unite in una sola famiglia; e le due altre famiglie (cioè da a_{14} a f_{14} , che ora comprende cinque generi, e da o_{14} a m_{14}) resterebbero distinte tra di loro, ma lo sarebbero comunque di meno di quanto lo erano prima della scoperta di quei fossili. Se, per esempio, supponiamo che i generi esistenti delle due famiglie differiscano l'uno dall'altro per una dozzina di caratteri, in questo caso nel periodo indicato con VI sarebbero differiti per un numero di caratteri minore; perché in quell'antico stadio di discendenza non avevano raggiunto, rispetto al progenitore comune dell'ordine, un grado di divergenza dei caratteri prossimo a quello che hanno raggiunto in seguito. Così accade che i generi antichi ed estinti abbiano spesso caratteri intermedi, in qualche piccolo grado, rispetto ai loro discendenti modificati o ai loro parenti collaterali.

In natura le cose saranno molto più complicate di quanto è raffigurato nel diagramma, perché i gruppi saranno più numerosi, avranno resistito per periodi di tempo assai diseguali e si saranno modificati in vari gradi. Poiché possediamo soltanto l'ultimo volume della documentazione geologica, e in condizioni assai frammentarie, non abbiamo il diritto di aspettarci, eccetto in casi molto rari, di riempire gli ampi intervalli del sistema naturale, unendo famiglie o ordini distinti. Tutto ciò che abbiamo il diritto di aspettarci è che i gruppi che in periodi geologici noti sono stati soggetti a notevoli modificazioni si avvicinino un poco l'uno all'altro nelle formazioni più antiche, cosicché i membri più antichi, per alcuni caratteri, differiscano l'uno dall'altro meno dei membri attuali degli stessi gruppi; e ciò, stando alle testimonianze congiunte dei nostri migliori paleontologi, sembra verificarsi spesso.

Così, in base alla teoria della discendenza con modificazione, mi sembra che si possano spiegare in maniera soddisfacente i fatti principali relativi alle affinità reciproche delle forme di vita estinte tra loro e con le forme attuali. Fatti la cui spiegazione resta del tutto impossibile se abbracciamo qualunque altra concezione.

In base a questa stessa teoria è evidente che la fauna di un qualsiasi grande periodo nella storia della terra sarà intermedia, quanto al carattere generale, tra quella che l'ha preceduta e quella che l'ha seguita. Così le specie che nel diagramma vivevano nel sesto grande

stadio della discendenza sono la prole modificata di quelle che vivevano nel quinto stadio e le progenitrici di quelle che saranno ancora più modificate nel settimo; non mancheranno dunque di essere intermedie per carattere tra le forme di vita che stanno sopra e quelle che stanno sotto. Dobbiamo tuttavia lasciare spazio per l'estinzione completa di alcune forme precedenti, per l'immigrazione di forme relativamente nuove e per una consistente quantità di modificazioni nei lunghi intervalli vuoti che ci sono tra le formazioni successive. Tenuto conto di queste ultime circostanze, la fauna di ogni periodo geologico è indubbiamente intermedia per carattere tra quelle che precedono e quelle che seguono. Mi basterà fornire soltanto un esempio, cioè il modo in cui i paleontologi riconobbero subito che i fossili del [Devoniano](#), quando fu scoperto per la prima volta, erano intermedi per carattere tra quelli del Carbonifero che si trovava sopra e quelli del sottostante Siluriano. Ma non è necessario che ogni fauna sia esattamente intermedia, dato che tra le formazioni consecutive sono trascorsi intervalli di tempo diseguali.

Il fatto che certi generi presentino delle eccezioni alla regola non costituisce una reale obiezione alla verità dell'affermazione secondo cui la fauna di ogni periodo è, complessivamente, pressoché intermedia per carattere tra le faune che la precedono e quelle che la seguono. Per esempio, i mastodonti e gli elefanti organizzati dal dottor Falconer in due serie — la prima secondo le reciproche affinità e la seconda in base al periodo in cui sono esistiti — non concordano nella disposizione. Le specie più estreme per carattere non sono le più antiche o le più recenti, e quelle intermedie per carattere non sono intermedie per età. Ma supponendo per un attimo, in questo e in altri casi analoghi, che la documentazione circa il primo apparire e poi l'estinzione sia perfetta, non abbiamo ragione di credere che le diverse forme prodotte successivamente si conservino necessariamente per periodi di tempo corrispondenti: una forma molto antica potrà occasionalmente durare molto più a lungo di una forma prodotta successivamente in qualche altro luogo, specialmente nel caso di produzioni terrestri che abitano regioni separate. Paragoniamo le piccole cose alle grandi: se le razze principali dei colombi domestici viventi ed estinti venissero organizzate il meglio possibile in ordine di affinità, questo ordine non corrisponderebbe strettamente all'ordine in cui sono comparse e ancor meno all'ordine in cui sono scomparse, perché il colombo selvatico progenitore vive tuttora e molte varietà tra il colombo selvatico e il colombo viaggiatore si sono estinte. I colombi viaggiatori, inoltre, che sono in posizione estrema per l'importante carattere della lunghezza del becco, si sono formati prima dei capitombolanti dal becco corto, che si trovano, a questo riguardo, all'estremità opposta della serie.

L'affermazione per cui i resti organici di una formazione intermedia sono in qualche misura intermedi per carattere è strettamente collegata al fatto, su cui insistono tutti i paleontologi, che i fossili di due formazioni consecutive sono collegati tra loro molto più strettamente di quanto lo siano i fossili provenienti da formazioni remote. Pictet fornisce un esempio ben noto come la generale somiglianza dei resti organici ricavati da stadi diversi della [formazione cretacea](#), sebbene le specie siano diverse in ogni stadio. Questo solo fatto, considerata la sua generalità, sembra avere scosso la ferma credenza del professor Pictet nella immutabilità delle specie. Chi ha dimestichezza con la distribuzione delle specie attuali sulla superficie del globo non cercherà di spiegare la stretta somiglianza tra le specie distinte che si trovano nelle formazioni strettamente consecutive con il fatto che le condizioni fisiche di quelle antiche aree sono rimaste pressoché le stesse. Si ricordi che le forme di vita, almeno quelle che abitano nei mari, sono cambiate quasi simultaneamente in diverse parti del mondo, e dunque nei climi e nelle condizioni più diverse. Si considerino le prodigiose vicissitudini del clima durante il Pleistocene, che comprende l'intera era glaciale, e si noti quanto poco gli abitanti del mare ne siano stati influenzati.

Il significato complessivo del fatto che i resti fossili provenienti da formazioni strettamente consecutive, benché classificati come forme distinte, siano strettamente collegati, risulta ovvio in base alla teoria della discendenza. Poiché l'accumulazione di ogni formazione è stata spesso interrotta e tra le formazioni successive sono intervenuti lunghi intervalli vuoti, come ho cercato di mostrare nell'ultimo capitolo, non dobbiamo aspettarci di trovare, in una o due formazioni, tutte le varietà intermedie tra le specie che sono apparse all'inizio e alla fine di quei periodi. Ma dovremmo trovare, dopo intervalli che sono molto lunghi in termini di anni ma solo moderatamente lunghi dal punto di vista geologico, delle forme strettamente affini o, come alcuni naturalisti le chiamano, delle specie tipiche, che in effetti troviamo. In breve, rintracciamo proprio quelle testimonianze della lenta e appena percettibile mutazione delle forme specifiche che abbiamo il diritto di aspettarci.

Lo stato di sviluppo delle forme antiche — Si è discusso molto se le forme recenti siano più altamente sviluppate di quelle antiche. Non mi addentrerò nell'argomento, perché i naturalisti non hanno ancora trovato una definizione soddisfacente per tutti di che cosa si intenda per forme alte e forme basse. Ma in un senso particolare, secondo la mia teoria, le forme più recenti devono essere più alte delle forme antiche, perché ogni nuova specie si è formata avendo qualche

vantaggio nella lotta per la [vita](#) su altre forme precedenti. Se, in condizioni climatiche più o meno simili, gli abitanti che occupavano una parte del mondo nell'Eocene entrassero in competizione con gli abitanti attuali di quella o di qualche altra parte del mondo, la fauna o la flora dell'Eocene sarebbero certamente soprafatte e sterminate, così come accadrebbe a una fauna dell'era secondaria a opera di una dell'Eocene e a una fauna del Paleozoico a opera di una dell'era secondaria. Io non dubito che questo processo di miglioramento abbia influenzato in maniera marcata e percettibile l'organizzazione delle forme di vita più recenti e vittoriose, se confrontate con quelle antiche e sconfitte, ma non vedo alcun modo per verificare questa sorta di progresso. Per esempio, dei crostacei che non stanno nel posto più alto nella propria classe possono avere soprafatto i più alti tra i molluschi. Considerando il modo straordinario in cui le produzioni europee si sono diffuse recentemente in Nuova Zelanda e hanno conquistato posti che prima dovevano pur essere occupati, possiamo ritenere che, se tutti gli animali e le piante della Gran Bretagna fossero liberate in Nuova Zelanda, nel corso del tempo una moltitudine di forme britanniche vi si naturalizzerebbero e sterminerebbero molte di quelle indigene. D'altra parte, per quanto vediamo verificarsi ora in Nuova Zelanda e per il fatto che neppure un abitante dell'emisfero meridionale è diventato selvatico in qualche parte d'Europa, possiamo dubitare che, se tutte le creature della Nuova Zelanda venissero liberate in Gran Bretagna, un numero considerevole di queste creature si ritroverebbe in condizione di conquistare i posti ora occupati dalle nostre piante e animali indigeni. Da questo punto di vista si può dire che le creature della Gran Bretagna sono più alte di quelle della Nuova Zelanda. Eppure nemmeno il più abile dei naturalisti, esaminando le specie dei due paesi, potrebbe prevedere questo risultato.

Agassiz insiste che gli animali antichi somiglino in qualche misura agli embrioni degli animali recenti della stessa classe, o che la successione geologica delle forme estinte è in qualche misura parallela allo sviluppo embriologico delle forme recenti. Devo seguire Pictet e [Huxley](#) nel ritenere che la verità di questa dottrina è tutt'altro che dimostrata. E tuttavia mi aspetto pienamente che in futuro essa sarà confermata, almeno per quanto riguarda i gruppi subordinati che si sono diramati l'uno dall'altro in tempi relativamente recenti. Perché questa dottrina di Agassiz si accorda bene con la teoria della selezione naturale. In un prossimo capitolo cercherò di mostrare che l'adulto differisce dal suo embrione per delle variazioni che non sopraggiungono in tenera età e che sono ereditate a un'età corrispondente. Questo processo, mentre lascia l'embrione pressoché inalterato, nel corso di generazioni successive aggiunge continuamente sempre più differenze nell'adulto.

Così l'embrione resta come una sorta di ritratto, conservato dalla natura, della condizione antica e meno modificata di ogni animale. È possibile che questa concezione sia vera, ma forse non saremo mai in grado di dimostrarla completamente. Per esempio, vedendo che i [mammiferi](#), i rettili e i pesci più antichi conosciuti appartengono strettamente alle loro proprie classi, anche se alcune di queste antiche forme sono un po' meno distinte l'una dall'altra rispetto a quanto lo sono oggi i tipici appartenenti ai medesimi gruppi, sarebbe vano cercare degli animali che abbiano i caratteri embriologici comuni dei vertebrati finché non si saranno scoperti depositi posti di gran lunga al di sotto dei più bassi depositi siluriani: una scoperta che ha ben poche possibilità di verificarsi.

La successione degli stessi tipi nelle medesime aree durante la tarda era terziaria — Il signor [Clift](#) ha mostrato molti anni fa che i mammiferi fossili delle grotte australiane erano strettamente affini ai marsupiali viventi di quel continente. In Sud America una relazione simile è palese, anche allo sguardo di un incompetente, nei giganteschi pezzi di armature, come quelli dell'armadillo, che si trovano in molte parti di La Plata, e il professor Owen ha mostrato nel modo più impressionante che la maggior parte dei mammiferi fossili, che vi si trovano sepolti in gran numero, sono collegati ai tipi sudamericani. Si osserva questa relazione ancora più chiaramente nella meravigliosa collezione di ossa fossili realizzata dai signori Lund e Clausen nelle grotte del Brasile. Simili fatti mi hanno colpito tanto che, nel 1839 e nel 1845, ho insistito con forza sulla «legge della successione dei tipi», su «questa meravigliosa relazione tra ciò che è morto e ciò che è vivo nello stesso continente». Il professor Owen ha successivamente esteso la stessa generalizzazione ai mammiferi del Vecchio continente. Le ricostruzioni dei giganteschi uccelli estinti della Nuova Zelanda realizzate da questo autore mostrano la stessa legge. La osserviamo anche negli uccelli delle grotte del Brasile. Il signor Woodward ha mostrato che la medesima legge vale per le conchiglie marine ma in questo caso, a causa dell'ampia distribuzione della maggior parte dei generi dei molluschi, non emerge molto chiaramente. Si potrebbero aggiungere altri casi, come la relazione tra le conchiglie terrestri estinte e viventi di Madera, e tra le conchiglie d'acqua salmastra estinte e viventi del [mare Aralo-Caspico](#).

Ora, che cosa mai significa questa importante legge della successione degli stessi tipi nelle stesse aree? Sarebbe molto audace chi, dopo aver confrontato il clima attuale dell'Australia con quello di alcune aree del Sud America che si trovano alla stessa latitudine, cercasse di spiegare con la diversità delle condizioni fisiche la

diversità degli abitanti dei due continenti e, d'altra parte, con la somiglianza delle condizioni l'uniformità degli stessi tipi in ciascuna regione durante la più tarda epoca terziaria. Né si può presumere che sia una legge immutabile quella per cui i marsupiali sono comparsi principalmente o esclusivamente in Australia, o che gli sdentati e altri tipi americani devono essersi sviluppati solo in Sud America. Sappiamo infatti che l'Europa, in tempi antichi, era abitata da numerosi marsupiali e nelle pubblicazioni citate sopra ho mostrato che in America la legge della distribuzione dei mammiferi terrestri era un tempo diversa da come è ora. Il Nord America un tempo ha condiviso fortemente il carattere che è oggi proprio della parte meridionale del continente, e la parte meridionale era un tempo più strettamente affine a quella settentrionale di quanto lo è ora. Similmente sappiamo, dalle scoperte di Falconer e di Cautley, che l'India settentrionale per i suoi mammiferi era più strettamente collegata all'Africa di quanto lo è oggi. Si potrebbero citare fatti analoghi con riferimento alla distribuzione degli animali marini.

Secondo la teoria della discendenza con modificazione, la grande legge della protratta ma non immutabile successione degli stessi tipi nelle stesse aree si può spiegare all'istante, perché gli abitanti di una parte del mondo tenderanno ovviamente a lasciare in quella zona, nel periodo seguente, discendenti strettamente affini, sia pure in qualche misura modificati. Se un tempo gli abitanti di un continente differivano molto da quelli di un altro, anche i loro discendenti modificati differiranno in maniera e misura simili. Ma dopo lunghi intervalli di tempo e grandi cambiamenti geografici, che favoriranno una notevole migrazione tra i continenti, i più deboli cederanno alle forme dominanti e non ci sarà nulla di immutabile nelle leggi della distribuzione passata e presente.

Qualcuno potrebbe chiedere ironicamente se ritengo che in Sud America il megaterio e altri grandi mostri affini abbiano lasciato dietro di sé come discendenti degenerati il bradipo, l'armadillo e il formichiere. Non lo si può ammettere neppure per un momento. Quegli enormi animali si sono completamente estinti e non hanno lasciato discendenti. Ma nelle grotte del Brasile ci sono molte specie estinte strettamente affini per dimensioni e altri caratteri alle specie che ancora vivono in Sud America, e alcuni di questi fossili possono essere in effetti i progenitori delle specie ora viventi. Non si deve dimenticare che, secondo la mia teoria, tutte le specie dello stesso genere sono discese da una sola specie. Perciò, se in una formazione geologica si trovano sei generi, ciascuno con otto specie, e nella formazione che viene dopo ci sono sei altri generi affini o tipici con lo stesso numero di specie, allora potremmo concludere che soltanto una specie per ciascuno dei sei generi più antichi ha lasciato discendenti

modificati, che costituiscono i sei nuovi generi. Le altre sette specie dei generi antichi sono tutte morte e non hanno lasciato progenie. Oppure — e questo sarà probabilmente un caso molto più comune — due o tre specie appartenenti a soltanto due o tre dei generi più antichi saranno state le progenitrici dei sei nuovi generi, mentre le altre specie antiche e gli altri generi si saranno estinti completamente. Negli ordini in declino, con i generi e le specie che si riducono di numero, come è apparentemente il caso degli sdentati del Sud America, ancora meno generi e specie avranno lasciato discendenti diretti modificati.

Riassunto di questo capitolo e del precedente — Ho cercato di mostrare quanto segue: la documentazione geologica è estremamente imperfetta. Soltanto una piccola porzione del globo è stata esplorata con cura dal punto di vista geologico. Solo certe classi di esseri organici si sono conservate in abbondanza allo stato fossile. Il numero degli esemplari e delle specie conservati nei nostri musei è assolutamente nulla a confronto con l'incalcolabile numero di generazioni che devono essere esistite e poi sparite anche nel corso di una sola formazione. Poiché la subsidenza è necessaria per l'accumulazione di depositi abbastanza spessi da resistere alla successiva degradazione, enormi intervalli di tempo sono trascorsi tra le formazioni successive. C'è stata probabilmente più estinzione durante i periodi di subsidenza e più variazione nei periodi di sollevamento, e durante questi ultimi la documentazione si deve essere conservata meno perfettamente che in ogni altro periodo. Ogni singola formazione non si è depositata con continuità. La durata di una formazione è forse breve se paragonata con la durata media delle forme specifiche. La migrazione ha svolto una parte importante nella prima apparizione di forme nuove in ogni singola area e formazione. Le specie con un ampio raggio di diffusione sono state soggette a più variazione e hanno dato vita più spesso a nuove specie. Le varietà, all'inizio, sono state spesso locali. Tutte queste cause prese congiuntamente devono aver reso la documentazione geologica estremamente imperfetta e spiegano, in larga misura, perché non troviamo interminabili varietà che colleghino insieme tutte le forme di vita estinte ed esistenti mediante passaggi gradualmente molto sottili.

Chi respinge queste convinzioni circa la natura della documentazione geologica respingerà giustamente tutta la mia teoria. Egli, infatti, si chiederà invano dove sono gli anelli di transizione senza fine che un tempo devono aver collegato le specie strettamente affini o tipiche che si trovano in stadi diversi della stessa grande formazione. Non crederà negli enormi intervalli di tempo che sono

trascorsi tra formazioni consecutive, trascurerà la parte importante che la migrazione deve avere giocato quando si considerano le formazioni di una singola grande regione come l'Europa, e insisterà sulla comparsa improvvisa — che però è spesso soltanto apparente — di interi gruppi di specie. Egli chiederà dove sono i resti degli innumerevoli organismi che devono essere esistiti molto prima della formazione dei primi depositi del sistema siluriano. A quest'ultima domanda posso rispondere solo in modo ipotetico, dicendo che, per quanto possiamo giudicare, gli oceani devono essersi trovati dove si trovano ora per un enorme periodo di tempo e che i nostri oscillanti continenti devono essere stati fin dall'epoca siluriana dove stanno ora; ma che molto tempo prima di quel periodo il mondo presentava forse un aspetto del tutto diverso e i continenti più antichi, costituiti da formazioni più vecchie di tutte quelle a noi note, ora potrebbero trovarsi tutti in una condizione metamorfosata o giacere sepolti sotto l'oceano.

Tralasciando queste difficoltà, mi sembra che tutti gli altri grandi fatti principali della paleontologia seguano semplicemente dalla teoria della discendenza con modificazione mediante selezione naturale. Possiamo così comprendere come avviene che nuove specie emergano lentamente e in successione, come le specie di classi differenti non cambino necessariamente insieme, con lo stesso ritmo o nello stesso grado, eppure tutte a lungo andare sono soggette in qualche misura alla modificazione. L'estinzione delle forme antiche è la conseguenza pressoché inevitabile della produzione di nuove forme. Possiamo comprendere perché, quando una specie è sparita, non ricompare mai. I gruppi di specie aumentano di numero lentamente e resistono per periodi di tempo diseguali perché il processo di modificazione è necessariamente lento e dipende da molte, complesse circostanze contingenti. Le specie dominanti dei gruppi dominanti più grandi tendono a lasciare molti discendenti modificati e così si formano nuovi sottogruppi e gruppi. Man mano che questi si formano, le specie dei gruppi meno vigorosi, a causa dell'inferiorità ereditata da un progenitore comune, tendono a estinguersi insieme e a non lasciare discendenti modificati sulla faccia della terra. Ma l'estinzione completa di un intero gruppo di specie può essere spesso un processo molto lento, perché alcuni discendenti possono sopravvivere tirando avanti in situazioni protette e isolate. Quando un gruppo sparisce del tutto non riappare, perché l'anello della generazione è stato spezzato.

Possiamo comprendere come la diffusione delle forme dominanti di vita, che sono quelle che variano più spesso, alla lunga tende a popolare il mondo di discendenti affini ma modificati, e questi generalmente riusciranno a occupare i posti dei gruppi di specie a loro inferiori nella lotta per l'esistenza. Perciò, dopo lunghi intervalli di

tempo, sembrerà che le creature del mondo siano cambiate simultaneamente.

Possiamo comprendere come avviene che tutte le forme di vita, antiche e recenti, formino insieme un unico grande sistema, perché tutte sono collegate dalla generazione. Possiamo comprendere, considerando la continua tendenza alla [divergenza dei caratteri](#), perché più una forma è antica più differisce, in generale, da quelle ora viventi. Perché le forme antiche ed estinte tendono spesso a riempire gli spazi vuoti tra le forme esistenti, talvolta mescolando in un unico gruppo due gruppi prima classificati come distinti, ma più comunemente avvicinandoli soltanto un poco. Più antica è una forma, più spesso essa mostra caratteri in qualche misura intermedi tra gruppi ora distinti; questo perché quanto più antica è una forma, tanto più essa sarà collegata da vicino con, e dunque somiglierà al, progenitore comune del gruppo, che intanto sarà diventato assai divergente. Di rado le forme estinte sono direttamente intermedie tra le forme esistenti, ma sono intermedie solo attraverso un percorso lungo e tortuoso, attraverso molte forme estinte e assai differenti. Possiamo vedere chiaramente il motivo per cui i resti organici di formazioni strettamente consecutive sono più strettamente affini l'uno all'altro di quelli di formazioni remote — perché le forme sono più strettamente collegate insieme dalla generazione —, e possiamo veder chiaramente perché i resti di una formazione intermedia sono intermedi per carattere.

Gli abitanti di ogni periodo successivo nella storia del mondo hanno battuto i loro predecessori nella corsa per la vita e, limitatamente a ciò, stanno più in alto nella scala della natura, cosa che può spiegare la vaga e mal definita impressione, avvertita da molti paleontologi, secondo cui l'organizzazione è complessivamente progredita. Se si potrà dimostrare che gli antichi animali somigliano in certa misura agli embrioni degli animali più recenti della stessa classe, il fatto sarà comprensibile. La successione degli stessi tipi di struttura nelle stesse aree durante i periodi geologici più recenti cessa di essere misteriosa e viene spiegata semplicemente dall'eredità.

Se dunque la [documentazione geologica](#) è imperfetta come io credo che sia — e si può almeno sostenere che non è possibile dimostrare che sia molto più perfetta — le obiezioni principali alla teoria della selezione naturale si riducono di molto o spariscono del tutto. D'altra parte, tutte le principali leggi della paleontologia proclamano chiaramente, mi sembra, che le specie sono state prodotte mediante l'ordinaria generazione, con le forme antiche che sono state soppiantate da forme di vita nuove e migliorate, prodotte dalle leggi della variazione che operano ancora intorno a noi e conservate dalla

selezione naturale.

¹Nell'originale: *Philippi*. [N.d.T.]

CAPITOLO XI

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

La distribuzione attuale non può essere spiegata con le differenze nelle condizioni fisiche — Importanza delle barriere — Affinità delle forme prodotte nello stesso continente — Centri di creazione — Mezzi di dispersione, dovuti a cambiamenti del clima, del livello del terreno e a mezzi occasionali — La dispersione durante il periodo glaciale estesa a tutto il mondo

Quando si considera la distribuzione geografica degli esseri organici sulla faccia del globo, il primo grande fatto che ci colpisce è che né la somiglianza né la diversità degli abitanti della varie regioni possono essere spiegate con il clima e le altre condizioni fisiche. Praticamente ogni autore che ha studiato l'argomento negli ultimi tempi è giunto a questa conclusione. Per provarne la verità potrebbe quasi bastare il caso dell'America, perché se escludiamo le parti settentrionali dove la terra circumpolare è quasi continua, tutti gli autori concordano nell'affermare che una delle divisioni fondamentali della distribuzione geografica è quella tra il Nuovo e il Vecchio continente. Tuttavia, se attraversiamo il vasto continente americano dalle regioni centrali degli Stati Uniti all'estrema punta meridionale, ci imbattiamo nelle condizioni più diversificate: le regioni più umide, aridi deserti, montagne elevate, pianure erbose, foreste, paludi, laghi e grandi fiumi, con quasi ogni condizione di temperatura possibile. Non c'è praticamente nessun clima o condizione del Vecchio continente che non trovi un parallelo nel Nuovo, almeno in una misura sufficiente a quanto generalmente richiesto dallo sviluppo di una stessa specie. È infatti un caso assai raro trovare un gruppo di organismi confinati in qualche piccola località, con condizioni solo leggermente peculiari: per esempio, si potrebbero indicare alcune piccole aree del Vecchio continente che sono più calde di qualunque area del Nuovo mondo, eppure non sono abitate da una fauna o da una flora peculiari. Nonostante questo parallelismo nelle condizioni del Vecchio e del Nuovo mondo, quanto sono diverse le loro produzioni di forme di vita!

Nell'emisfero meridionale, se confrontiamo vasti tratti di terreno in Australia, Africa meridionale e Sud America a una latitudine compresa tra i 25° e i 35°, troviamo delle parti estremamente simili quanto all'insieme delle condizioni, eppure sarebbe impossibile additare tre

faune e flore più radicalmente diverse. Oppure, ancora, si potrebbero confrontare le produzioni del Sud America a sud dei 35° con quelle a nord dei 25° di latitudine, che dunque abitano in un clima notevolmente diverso, e si troverà che sono collegate tra loro in modo incomparabilmente più stretto di quanto lo sono con quelle dell'Australia o dell'Africa, che godono all'incirca dello stesso clima. Si potrebbero fornire fatti analoghi a proposito degli abitanti del mare.

Un secondo grande fatto che ci colpisce nella nostra rassegna generale è che le **barriere** di qualsiasi tipo, ovvero gli ostacoli che si oppongono a una libera migrazione, sono collegate in maniera stretta e importante alle differenze tra le creature delle diverse regioni. Lo vediamo nella grande differenza che caratterizza quasi tutte le forme di vita terrestri del Vecchio e del Nuovo mondo, se si eccettuano le regioni del Nord dove la terra è quasi unita e dove, in un clima leggermente diverso, per le forme del Nord temperato può esserci stata una libera migrazione, come c'è tuttora per le produzioni strettamente artiche. Osserviamo lo stesso fatto nelle grandi differenze tra le popolazioni dell'Australia, dell'Africa e del Sud America alle stesse latitudini: perché queste terre sono le più isolate una dall'altra che possiamo immaginare. Osserviamo lo stesso fatto in ogni continente, perché sui due lati opposti delle catene montuose più elevate e continue, come pure sui lati opposti dei grandi deserti e talvolta anche dei grandi fiumi, troviamo forme di vita diverse, anche se — poiché le catene montuose, i deserti ecc. non sono invalicabili, o non è probabile che abbiano resistito altrettanto a lungo degli oceani che separano i continenti — le differenze sono molto inferiori per grado rispetto a quelle caratteristiche dei continenti separati.

Se prendiamo in considerazione il mare, ci imbattiamo in questa stessa legge. Non ci sono due **faune marine** più diverse — con neppure un pesce, una conchiglia o un granchio in comune — di quelle delle coste orientale e occidentale dell'America meridionale e centrale; eppure queste grandi faune sono separate soltanto dallo stretto ma insuperabile istmo di Panama. A occidente delle coste americane si estende un vasto oceano aperto, senza neppure un'isola dove gli emigranti possano sostare; qui abbiamo una barriera d'altro tipo, superata la quale incontriamo, nelle isole **occidentali** del Pacifico, un'altra fauna totalmente distinta. Abbiamo dunque tre faune marine che si estendono per grandi spazi verso nord e verso sud, in linee parallele non lontane l'una dall'altra e in climi che si corrispondono, ma che, essendo separate l'una dall'altra da barriere invalicabili, di terra o di mare aperto, sono totalmente distinte tra loro. D'altra parte, se ci spostiamo ancora più a occidente procedendo dalle isole orientali delle zone tropicali del Pacifico, non troviamo barriere invalicabili e ci sono invece innumerevoli isole in cui sostare, finché, dopo aver

attraversato un emisfero, arriviamo alle coste dell'Africa, e in tutto questo vasto spazio non ci imbattiamo in faune marine ben definite e distinte. Sebbene praticamente neppure una conchiglia, un granchio o un pesce siano comuni alle tre citate faune dell'America orientale, dell'America occidentale e delle isole orientali del Pacifico, tuttavia molti pesci si diffondono dal Pacifico all'oceano Indiano e molte conchiglie sono comuni alle isole orientali del Pacifico e alle coste orientali dell'Africa, che si trovano su meridiani quasi esattamente opposti.

Un terzo grande fatto, in parte compreso nelle affermazioni che precedono, è l'affinità tra le forme prodotte nello stesso continente o mare, sebbene le specie stesse siano distinte in punti e stazioni differenti. È una legge della massima generalità, di cui ogni continente offre innumerevoli esempi. Nondimeno il naturalista che viaggia, per esempio, da nord a sud non manca mai di essere colpito dalla maniera in cui gruppi successivi di esseri, distinti a livello di specie eppure chiaramente collegati, prendono il posto l'uno dell'altro. Egli, per esempio, sente dei tipi di uccelli strettamente affini eppure diversi, vede i loro nidi costruiti all'incirca nello stesso modo ma non identici, con uova quasi dello stesso colore. Le pianure vicine allo stretto di Magellano sono abitate da una specie di *Rhea* (lo struzzo americano) e, a nord, le pianure di La Plata sono abitate da un'altra specie dello stesso genere, non da un vero struzzo o emù come quelli che si trovano in Africa e in Australia alla stessa latitudine. Nelle stesse pianure di La Plata vediamo l'aguti e la [viscaccia](#), animali che hanno circa le stesse abitudini delle nostre lepri e dei conigli e appartengono allo stesso ordine dei roditori, ma mostrano chiaramente un tipo di struttura americano. Saliamo gli alti picchi della cordigliera e troviamo una specie alpina di viscaccia; osserviamo le acque e non troviamo il castoreo o il topo muschiato, ma il coipo e il capibara, roditori di tipo americano. Si potrebbero fare innumerevoli altri esempi. Se consideriamo le isole al largo delle coste americane, per quanto possano essere diverse per struttura geologica, gli abitanti, che sono magari tutti di specie peculiari, sono essenzialmente americani. Possiamo guardare indietro alle epoche passate, come si è mostrato nell'ultimo capitolo, e troviamo che dei tipi americani prevalevano sul continente e nei mari americani. In questi fatti vediamo qualche profondo legame organico che prevale dappertutto, nello spazio e nel tempo, nelle stesse aree terrestri e acquatiche, ed è indipendente dalle loro condizioni fisiche. Il naturalista che non senta il bisogno di indagare quale sia questo legame deve essere davvero poco curioso.

Secondo la mia teoria, questo legame è costituito semplicemente dall'eredità, la sola causa che, in base ai dati positivi di cui disponiamo, produce organismi simili o, come vediamo nel caso delle

varietà, pressoché simili l'uno all'altro. La diversità degli abitanti di regioni diverse può essere attribuita alla modificazione mediante selezione naturale e, in misura piuttosto subordinata, all'influenza diretta di condizioni fisiche diverse. Il grado di diversità dipenderà dalla maggiore o minore facilità con cui si è prodotta la migrazione delle forme di [vita](#) più dominanti da una regione nell'altra in periodi più o meno remoti, dalla natura e dal numero dei precedenti immigrati, dalla loro azione e reazione nella lotta per la vita che conducono gli uni contro gli altri (la relazione tra un organismo e l'altro, come ho già osservato spesso, è la più importante di tutte le relazioni). La grande importanza delle barriere si realizza, quindi, nel controllo che esercitano sulla migrazione, come l'importanza del tempo nel lento processo di modificazione per selezione naturale. Le specie con un ampio raggio di diffusione, che possiedono un numero abbondante di individui che hanno già trionfato su tanti competitori nei loro estesi habitat, quando si diffondono in nuovi paesi avranno le migliori possibilità di conquistare nuovi posti. Nelle nuove dimore saranno esposte a condizioni nuove, e spesso saranno soggette a ulteriori modificazioni e miglioramenti; così diventeranno ancora più vittoriose e produrranno gruppi di discendenti modificati. Sulla base di questo principio dell'eredità con modificazione possiamo comprendere come alcune sezioni di generi, degli interi generi e addirittura delle famiglie siano confinati nella stessa area, cosa che, com'è noto, si verifica con grande frequenza.

Come ho sottolineato nell'ultimo capitolo, personalmente non credo in una legge dello sviluppo necessario. Poiché la variabilità di ogni specie è una proprietà indipendente, e sarà sfruttata dalla selezione naturale soltanto nella misura in cui avvantaggia l'individuo nella sua complessa battaglia per la vita, il grado di modificazione nelle diverse specie non sarà una quantità uniforme. Se, per esempio, un certo numero di specie, che sono in competizione diretta l'una con l'altra, migrano tutte insieme in un paese nuovo che in seguito resterà isolato, saranno poco soggette a modificazione, perché né la migrazione né l'isolamento da soli possono nulla. I principi di cui stiamo parlando entrano in gioco solo quando gli organismi stabiliscono nuove relazioni tra loro e, in misura minore, con le condizioni fisiche circostanti. Come nell'ultimo capitolo abbiamo visto che alcune forme hanno conservato all'incirca lo stesso carattere fin da una remotissima epoca geologica, così certe specie hanno attraversato migrando dei grandi spazi senza modificarsi molto.

Secondo queste concezioni è ovvio che diverse specie dello stesso genere, pur abitando le più lontane parti del mondo, devono essere derivate originariamente da una stessa fonte, in quanto sono discese da un medesimo progenitore. Nelle specie che per intere epoche

geologiche sono andate soggette a una modificazione limitata, non c'è una particolare difficoltà a credere che siano migrate dalla stessa regione, perché nel corso dei vasti cambiamenti geografici e climatici sopravvenuti fin dai tempi antichi è possibile qualsiasi quantità di migrazione. Ma in molti altri casi, quando abbiamo ragione di credere che le specie di un genere siano state prodotte in tempi relativamente recenti, si presenta una grande difficoltà a questo proposito. È anche ovvio che gli individui della stessa specie, benché ora abitino regioni distanti e isolate, devono essersi originati nel luogo dove i loro progenitori furono inizialmente prodotti: perché, come si è spiegato nell'ultimo capitolo, non è credibile che individui identici possano mai essere stati prodotti mediante la selezione naturale da progenitori appartenenti a specie distinte.

Arriviamo così alla questione che è stata discussa abbondantemente dai naturalisti, vale a dire se le specie siano state create in uno solo o in più punti della superficie terrestre. Ci sono senza dubbio moltissimi casi in cui risulta estremamente difficile comprendere come la stessa specie possa essere migrata da un unico luogo ai diversi punti distanti e isolati in cui si trova ora. Nondimeno, la semplicità della concezione per cui ogni specie deve essere stata prodotta inizialmente in una sola regione affascina la mente. Chi la respinge, in effetti, respinge la *vera causa* della generazione ordinaria con successiva migrazione e fa intervenire un'azione miracolosa. Si ammette universalmente che l'area abitata da una specie è perlopiù continua e quando un animale o una pianta abitano due punti tanto distanti tra loro, oppure separati da un intervallo di natura tale per cui lo spazio intermedio non può essere attraversato facilmente per migrazione, il fatto viene additato come notevole ed eccezionale. La capacità di migrare attraverso il mare è evidentemente più limitata nei mammiferi terrestri che, forse, in qualunque altro essere organico; di conseguenza non troviamo casi inspiegabili di uno stesso mammifero che abita in punti distanti del mondo. Nessun geologo avrà difficoltà di fronte a casi come quello per cui la Gran Bretagna, che un tempo era unita all'Europa, possiede di conseguenza gli stessi quadrupedi. Ma se la stessa specie può essere prodotta in due punti separati, perché non troviamo un solo mammifero comune all'Europa e all'Australia o al Sud America? Le condizioni di vita sono all'incirca le stesse e una moltitudine di animali e piante europee si sono naturalizzate in America e in Australia; e alcune delle piante indigene sono praticamente identiche in quei punti lontani dell'emisfero settentrionale e di quello meridionale. La risposta, io credo, è che i mammiferi non sono stati in grado di migrare mentre alcune piante, per via dei loro diversi mezzi di dispersione, sono migrate attraverso il vasto e interrotto spazio intermedio. La forte, sorprendente influenza che le barriere di ogni

tipo hanno esercitato sulla distribuzione si può comprendere solo adottando la concezione per cui la grande maggioranza delle specie è stata prodotta soltanto su un lato della barriera e non è stata in grado di migrare sull'altro. Una piccola quantità di famiglie, molte sottofamiglie, tanti generi e un numero ancora maggiore di sezioni di generi sono confinati in una singola regione, e molti naturalisti hanno osservato che i generi più naturali, ovvero quelli in cui le specie sono più strettamente collegate l'una all'altra, sono di solito locali o confinati in un'area. Sarebbe una ben strana anomalia se, scendendo di un gradino nella serie fino agli individui della stessa specie, prevalesse una regola del tutto contraria e le specie non fossero locali, ma fossero state prodotte in due o più aree distinte!

Mi sembra dunque, e così è sembrato a molti altri naturalisti, che l'opinione secondo cui ogni specie è stata prodotta soltanto in un'area e in seguito è migrata da quell'area fin dove glielo hanno permesso le sue capacità di migrazione e di sussistenza sia la più probabile. Senza dubbio vi sono molti casi in cui non possiamo spiegare come la stessa specie può essere passata da un punto all'altro. Ma i cambiamenti geografici e climatici, che certamente si sono verificati in tempi geologici recenti, devono aver interrotto o reso discontinuo il raggio di diffusione un tempo continuo di molte specie. Resta dunque da considerare soltanto se le eccezioni alla continuità del raggio di diffusione siano così numerose o di natura tanto grave da indurci ad abbandonare l'idea, resa probabile da considerazioni di carattere generale, che ogni specie sia stata prodotta in un'area e sia poi migrata fin dove ha potuto. Sarebbe troppo tedioso discutere tutti i casi eccezionali di una stessa specie che ora vive in luoghi distanti e separati; e, del resto, non pretendo per un solo istante che di tanti casi del genere si possa dare una spiegazione. Ma dopo qualche osservazione preliminare discuterò alcune tra le classi di fatti più sorprendenti, e cioè: in primo luogo, l'esistenza della stessa specie sulle cime di catene montuose lontane e in punti lontani delle regioni artiche e antartiche; in secondo luogo (nel capitolo seguente), l'ampia distribuzione delle creature d'acqua dolce; e, in terzo luogo, il presentarsi delle stesse specie terrestri sulle isole e sulla terraferma, benché separate da centinaia di miglia di mare aperto. Se l'esistenza della stessa specie in punti distanti e isolati della superficie della terra può essere spiegata in molti casi sulla base della concezione per cui ogni specie è migrata da un singolo luogo di nascita, allora — considerata la nostra ignoranza circa i cambiamenti climatici e geografici precedenti e i diversi mezzi occasionali di dispersione — la credenza che questa sia stata la legge universale mi sembra di gran lunga la più sicura.

Nel discutere questo argomento potremo allo stesso tempo

considerare un punto non meno importante per noi, vale a dire se le diverse specie distinte di un genere, che secondo la mia teoria sono discese tutte da un progenitore comune, possano essere migrate (subendo delle modificazioni in alcuni tratti della migrazione) dall'area abitata dal loro progenitore. Se si può mostrare che, di norma, una regione i cui abitanti sono per la maggior parte strettamente collegati alle specie di una seconda regione (o appartengono ai loro stessi generi) ha probabilmente ricevuto in qualche epoca precedente degli immigranti da quest'ultima, la mia teoria risulterà rafforzata, perché con il principio della modificazione possiamo chiaramente comprendere come mai gli abitanti di una regione devono essere collegati a quelli di un'altra regione da cui è stata rifornita di abitanti. Un'isola vulcanica, per esempio, sollevatasi e formatasi alla distanza di alcune centinaia di miglia da un continente, riceverà probabilmente da questo nel corso del tempo alcuni coloni e i loro discendenti, sebbene modificati, saranno ancora chiaramente collegati per eredità agli abitanti del continente. I casi di questo genere sono comuni e, come vedremo più ampiamente in seguito, non possono essere spiegati con la teoria della creazione indipendente. Questa concezione della relazione delle specie di una regione con quelle di un'altra non differisce molto (se mettiamo la parola varietà al posto della parola specie) da quella proposta recentemente dal signor Wallace in un saggio ingegnoso, nel quale l'autore conclude che «ogni specie è sorta in coincidenza, sia nello spazio che nel tempo, con una specie preesistente strettamente affine». E ora so, grazie alla corrispondenza che abbiamo avuto, che egli attribuisce questa coincidenza alla generazione con modificazione.

Le precedenti osservazioni sui «[centri di creazione](#) singoli e multipli» differiscono da un'altra questione, pure affine, vale a dire se tutti gli individui della stessa specie siano discesi da una singola coppia o da un singolo ermafrodito, oppure, come suppongono alcuni autori, da molti individui creati simultaneamente. Nel caso degli esseri organici che non si incrociano mai (se esistono), secondo la mia teoria la specie deve essere discesa da una successione di varietà migliorate che non devono essersi mai mescolate con altri individui o varietà, ma una avrà soppiantato l'altra, per cui a ogni stadio successivo di modificazione e miglioramento tutti gli individui di ogni varietà saranno discesi da un solo progenitore. Ma nella maggior parte dei casi — vale a dire, in tutti gli organismi che si uniscono abitualmente per ogni nascita o che si incrociano spesso — io credo che durante il lento processo di modificazione gli individui della specie saranno stati mantenuti pressoché uniformi attraverso l'incrocio, cosicché molti individui avranno continuato a variare simultaneamente e la quantità complessiva di modificazione non sarà dipesa, a ogni stadio, dalla

discendenza da un singolo progenitore. Per chiarire quel che intendo dire: i cavalli da corsa inglesi differiscono leggermente dai cavalli di qualunque altra razza, ma non devono la loro differenza e superiorità alla discendenza da una singola coppia, bensì alla cura esercitata con continuità nella selezione e nell'allevamento di molti individui nel corso di molte generazioni.

Prima di discutere le tre classi di fatti che ho selezionato, in quanto presentano le maggiori difficoltà per la teoria dei «[centri di creazione singoli](#)», devo aggiungere alcune riflessioni sui mezzi di dispersione.

Mezzi di dispersione — L'argomento è stato trattato con competenza da Sir C. Lyell e da altri autori. Qui posso offrire soltanto una brevissima sintesi dei fatti più importanti. Il cambiamento del clima deve avere esercitato una potente influenza sulla migrazione: una regione potrebbe avere rappresentato un'ottima strada di passaggio per le migrazioni quando aveva un clima diverso, mentre oggi potrebbe risultare impraticabile. Dovrò occuparmi di questo aspetto della questione più dettagliatamente. Anche i cambiamenti di livello devono avere avuto molta influenza. Uno stretto istmo separa ora due faune marine: lo si immagina sommerso, o si supponga che sia stato un tempo sommerso, e le due faune si mescoleranno o si saranno mescolate in passato. Dove ora si estende il mare, in un periodo precedente la terra poteva collegare le isole o addirittura i continenti, consentendo alle creature terrestri di passare dall'uno all'altro. Nessun geologo metterà in dubbio che grandi mutamenti di livello si sono verificati nel periodo in cui sono vissuti gli organismi che esistono ora. Edward Forbes era solito ribadire che tutte le isole dell'Atlantico in tempi recenti dovevano essere state collegate all'Europa o all'Africa, e l'Europa all'America. Nella stessa maniera altri autori hanno gettato ipoteticamente dei ponti su tutti gli oceani e hanno unito quasi tutte le isole a qualche terraferma. Se adottiamo le argomentazioni usate da Forbes, dobbiamo ammettere che non vi è praticamente isola che non sia stata collegata in tempi recenti a qualche continente. Questa concezione taglia il nodo gordiano della dispersione della stessa specie nei punti più distanti e rimuove molte difficoltà, ma per quanto posso giudicare non siamo autorizzati ad ammettere cambiamenti geografici così immensi nel periodo di tempo in cui sono esistite le specie attuali. Mi pare che abbiamo testimonianze abbondanti sulle grandi oscillazioni di livello dei nostri continenti, ma non di cambiamenti tanto vasti nella loro posizione ed estensione per cui in un periodo recente sarebbero stati uniti l'uno all'altro e alle diverse [isole oceaniche](#) che si trovano in mezzo. Ammetto senz'altro che devono essere esistite in un'epoca precedente tante isole, ora sepolte sotto i

mari, che possono essere servite come punti di sosta per le piante e per molti animali durante le loro migrazioni. Negli oceani che producono coralli la presenza di queste isole ora sprofondate è indicata, credo, da anelli o atolli di corallo sopra di esse. Quando si ammetterà, come penso avverrà un giorno, che ogni specie si è sviluppata a partire da un singolo luogo di nascita, e quando col tempo sapremo qualcosa di preciso sui mezzi di distribuzione, potremo fare speculazioni sicure sull'estensione delle terre nelle epoche precedenti. Ma non credo che verrà mai dimostrato che in un periodo recente i continenti ora ben separati siano stati uniti o quasi tra loro e con le tante isole oceaniche attuali. Diversi fatti relativi alla distribuzione — come la grande differenza delle faune marine sui lati opposti di quasi ogni continente, la stretta relazione tra le popolazioni dell'epoca terziaria e quelle attuali di diverse aree terrestri e anche marine, un certo grado di relazione (come vedremo in seguito) tra la distribuzione dei mammiferi e la profondità del mare e altri fatti ancora — mi sembra che si oppongano alla possibilità che si siano verificate, entro i limiti dell'epoca recente, delle rivoluzioni geografiche così prodigiose come quelle richieste dalla concezione proposta da Forbes e accettata dai suoi molti seguaci. La natura e le proporzioni relative degli abitanti delle isole oceaniche mi sembra che contrastino con la credenza in una loro precedente unione con i continenti. E il fatto che abbiano quasi universalmente una composizione vulcanica non favorisce l'opinione secondo cui sarebbero i relitti di continenti affondati: se fossero state un tempo delle catene montuose terrestri, almeno alcune isole sarebbero formate, come altre cime montuose, di granito, scisti metamorfici, vecchie rocce fossilifere o simili, anziché consistere di semplici accumulazioni di materia vulcanica.

Devo dire ora alcune cose sui mezzi cosiddetti accidentali, che si dovrebbero più propriamente chiamare mezzi saltuari di distribuzione. Mi limiterò in questo caso alle piante. Nelle opere di botanica si dice che questa o quella pianta mal si adatta a un'ampia distribuzione, ma per quanto riguarda il trasporto via mare si può dire che non sappiamo quasi nulla circa la facilità o meno con cui può avvenire. Finché non ho fatto alcuni esperimenti con l'aiuto del signor [Berkeley](#), non si sapeva neppure quanto a lungo i semi potevano resistere all'azione dannosa dell'acqua [marina](#). Con mia sorpresa ho constatato che, su 87 tipi, 64 germogliavano dopo un'immersione di 28 giorni e alcuni sopravvivevano a un'immersione di 137 giorni. Per comodità ho provato principalmente su alcuni piccoli semi, senza capsula o frutto, e poiché dopo pochi giorni affondavano tutti, non potevano essere trasportati attraverso ampie distese di mare, a prescindere dal fatto che venissero danneggiati o meno dall'[acqua salata](#). Ho provato

quindi con frutti, capsule ecc. più grandi, e alcuni di essi galleggiarono a lungo. È noto che il legno ancora verde e quello stagionato hanno una diversa capacità di galleggiare e pensai allora che le alluvioni potevano trascinare in basso piante e rami che, una volta seccati sulle rive, venivano trascinati in mare in seguito a un nuovo aumento del livello della corrente. Così seccai i tronchi e i rami di 94 piante con i frutti maturi e li misi nell'acqua di mare. La maggior parte affondarono in fretta, ma alcuni, che quando erano ancora verdi galleggiavano per ben poco tempo, una volta seccati galleggiavano molto più a lungo. Per esempio, le [noccioline](#) mature affondavano subito, ma una volta seccate galleggiavano per 90 giorni e quando venivano piantate germogliavano. Una pianta di [asparago](#) con le bacche mature galleggiava per 23 giorni, ma una volta seccata galleggiava per 85 giorni e dopo i semi germogliavano. I semi maturi di [Helosciadium](#) affondavano in due giorni, ma seccati galleggiavano per più di 90 giorni e poi germogliavano. Nell'insieme, su 94 piante seccate, 18 galleggiavano per più di 28 giorni e alcune di queste 18 galleggiavano per un periodo molto più lungo. Così 64 semi su 87 germogliavano dopo un'immersione di 28 giorni e 18 piante su 94 con i frutti maturi (ma non tutte le stesse specie dell'esperimento precedente), una volta seccate, galleggiavano per più di 28 giorni. Se da questi scarni fatti possiamo inferire qualcosa, è lecito concludere che i semi di 14 piante su 100, di qualsiasi paese, possono galleggiare nelle correnti del mare per 28 giorni conservando la capacità di germogliare. Secondo l'*Atlante fisico* di Johnston, la velocità media delle diverse correnti dell'Atlantico è di 33 miglia al giorno (con alcune correnti che arrivano a 60 miglia al giorno). Con questa media i semi di 14 piante su 100 appartenenti a un paese possono galleggiare per 924 miglia di mare verso un altro paese e, una volta arenate, se sospinte da una tempesta nell'entroterra in un luogo favorevole, germoglieranno.

Dopo i miei esperimenti il signor [Martens](#) ne ha tentati altri simili, ma in maniera molto più accurata, perché ha riposto i semi in una scatola messa effettivamente in mare, in modo che fossero alternativamente umidi ed esposti all'aria come le piante che galleggiano davvero. Egli ha fatto prove su 98 semi, perlopiù diversi dai miei, scegliendo molti grandi frutti e semi di piante che vivono vicino al mare, fatto che doveva favorire la durata media del galleggiamento e la resistenza all'azione dannosa dell'acqua salata. D'altra parte egli non seccava preventivamente le piante o i rami con i frutti, cosa che, come abbiamo visto, avrebbe fatto sì che alcuni di essi rimanessero a galla molto più a lungo. Il risultato fu che 18 su 98 dei suoi semi galleggiarono per 42 giorni, dopo di che erano in grado di germogliare. Non dubito, tuttavia, che le piante esposte alle onde

galleggerebbero per un tempo più breve rispetto alle piante protette dal moto violento come nei nostri esperimenti. Pertanto è forse più sicuro ritenere che, una volta seccati, i semi di circa 10 piante su 100 di una certa flora possono galleggiare per un tratto di mare di 900 miglia e poi germogliare. Il fatto che i frutti più grandi spesso galleggiano più a lungo di quelli piccoli è interessante, perché le piante con i semi o i frutti grandi difficilmente possono essere trasportati con qualsiasi altro mezzo, e Alphonse de Candolle ha mostrato che quelle piante generalmente hanno raggi di diffusione limitati.

Ma i semi possono essere trasportati occasionalmente in un'altra maniera. Su molte isole, anche nel mezzo degli oceani più vasti, si trovano [legni trasportati dalle correnti](#) e gli indigeni delle [isole coralline](#) del Pacifico si procurano le pietre per i loro attrezzi ricavandole esclusivamente dalle radici degli [alberi](#) trasportati in quel modo; quelle pietre sono così la fonte di una cospicua tassa reale. Avendo esaminato le radici di questi alberi ho constatato che, quando vi si trovano conficcate delle pietre di forma irregolare, negli interstizi tra il legno e la pietra vi sono spesso pezzi di [terra](#). Vi sono racchiusi così perfettamente che neppure una particella potrebbe essere lavata via nel più lungo dei trasporti e, durante un'osservazione accurata, ho potuto constatare che da una piccola porzione di terra così *completamente* racchiusa nel legno di una quercia di circa cinquant'anni germogliarono tre piante dicotiledoni. Ancora, posso mostrare che le carcasse degli uccelli, quando galleggiano in mare, talvolta non vengono divorate immediatamente e molti tipi di semi, intrappolati nel gozzo degli uccelli che galleggiano, conservano a lungo la loro vitalità. Piselli e vecchie, per esempio, vengono uccisi da un'immersione nell'acqua di mare anche di pochi giorni, ma alcuni semi estratti dal gozzo di un colombo che aveva galleggiato per 30 giorni su dell'acqua artificialmente salata germogliarono quasi tutti, con mia sorpresa.

Gli uccelli vivi sono quasi sempre agenti molto efficaci per il trasporto dei semi. Potrei addurre molti fatti che mostrano quanto spesso uccelli di tanti tipi diversi sono spinti dalle tempeste a grandi distanze attraverso l'oceano. Possiamo ritenere con sicurezza che, in simili circostanze, possano volare a 35 miglia all'ora e alcuni autori hanno avanzato stime molto più alte. Non ho mai constatato che dei semi nutrienti siano passati attraverso gli intestini di un uccello, ma i semi duri dei frutti passeranno indenni anche attraverso gli organi digestivi di un tacchino. Nel corso di due mesi ho raccolto nel mio giardino 12 tipi di semi tratti dagli escrementi di piccoli uccelli: sembravano perfetti e alcuni di essi, come ho provato, germogliarono. Ma il fatto seguente è più importante: il gozzo degli uccelli non

secerne succo gastrico e, come ho verificato facendo delle prove, non danneggia minimamente il germogliare dei semi. Ora, dopo che un uccello ha trovato e divorato una provvista abbondante di cibo, si può affermare con certezza che tutti i grani non passano nel ventriglio per 12 o anche 18 ore. In questo intervallo un uccello può essere trasportato facilmente a una distanza di 500 miglia e si sa che i falchi vanno alla ricerca degli uccelli stanchi: il contenuto del loro gozzo strappato potrebbe essere così facilmente disperso. Il signor [Brent](#) mi informa che un suo amico ha dovuto smettere di far volare i colombi viaggiatori dalla Francia all'Inghilterra perché i falchi ne uccidevano tantissimi al loro arrivo sulla costa inglese. Alcuni falchi e alcuni guffi ingoiano le loro prede intere e dopo un intervallo tra le dodici e le venti ore vomitano delle pallottoline che, come so per via degli esperimenti fatti ai giardini zoologici, racchiudono semi in grado di germogliare. Alcuni semi di avena, grano, miglio, canaria, canapa, trifoglio e bietola germogliarono dopo essere stati nello stomaco di diversi uccelli da preda dalle dodici alle ventuno ore, e due semi di bietola crebbero dopo essere stati così trattenuti per due giorni e quattordici ore. I pesci d'acqua dolce, come ho riscontrato, mangiano i semi di molte piante terrestri e acquatiche: i pesci vengono poi spesso divorati dagli uccelli e i semi possono così essere trasportati da un luogo all'altro. Ho introdotto a forza molti tipi di semi nello stomaco di pesci morti, che ho poi dato in pasto ad aquile pescatrici, cicogne e pellicani. Dopo un intervallo di molte ore, questi uccelli hanno vomitato i semi all'interno di pallottoline o li hanno eliminati attraverso gli escrementi, e molti di quei semi avevano conservato la capacità di germogliare. Certi semi, tuttavia, restavano sempre uccisi nel corso del processo.

Anche se il becco e le zampe degli uccelli sono generalmente puliti, posso mostrare che qualche volta vi resta attaccata della terra. In un caso potei rimuovere dalla zampa di una [pernice](#) ventidue grani di una terra argillosa e secca in cui c'era un sassolino grande quasi quanto un seme di veccia. Può dunque talvolta capitare che i semi vengano trasportati a grandi distanze, dato che molti fatti ci mostrano come il terreno sia pieno di semi quasi ovunque. Si rifletta per un attimo sui milioni di quaglie che ogni anno attraversano il Mediterraneo: si può dubitare che qualche volta della terra attaccata alle loro zampe contenga alcuni minuscoli semi? Ma dovrò tornare su questo argomento.

Poiché si sa che gli [iceberg](#) qualche volta trasportano terra e sassi, e hanno trasportato anche ramaglie, ossa e il nido di un uccello terrestre, non posso dubitare che occasionalmente devono aver trasportato semi da una parte all'altra delle regioni artiche e antartiche, come ha suggerito Lyell, e, durante l'era glaciale, da una

parte all'altra delle attuali regioni temperate. Quando mi trovavo alle [Azzorre](#), osservando l'abbondanza di specie di piante comuni all'Europa che vi crescono (in confronto a quelle di altre [isole oceaniche](#) più vicine alla terraferma) e il carattere un poco nordico della flora rispetto alla latitudine (come ha osservato il signor H.C. Watson), mi venne il sospetto che quelle isole fossero state in parte popolate da semi trasportati dal ghiaccio durante l'era glaciale. Su mia richiesta Sir C. Lyell ha scritto al signor [Hartung](#) per sapere se aveva osservato dei [massi erratici](#) su quelle isole, e questi rispose che aveva trovato alcuni grandi frammenti di rocce granitiche e d'altro tipo, che non si trovano in genere nell'arcipelago. Possiamo quindi inferire con sicurezza che gli iceberg un tempo abbandonavano il loro carico roccioso sulle rive di queste isole in mezzo all'oceano, ed è quantomeno possibile che vi abbiano portato i semi di piante nordiche.

Se si considera che i diversi mezzi di trasporto menzionati sopra, e molti altri che senza dubbio debbono essere ancora scoperti, hanno agito anno dopo anno per secoli e decine di migliaia di anni, penso che ci sarebbe da stupirsi se un gran numero di piante non fossero state trasportate a notevoli distanze in questo modo. A volte quei mezzi di trasporto vengono chiamati accidentali, ma ciò a rigore non è corretto: le correnti del mare non sono accidentali e non lo è la direzione delle tempeste di vento dominanti. Si deve osservare che forse nessun mezzo può trasportare i semi a distanze molto grandi, perché i semi non conservano la loro vitalità quando sono esposti per molto tempo all'azione dell'acqua [marina](#), né possono essere trasportati a lungo nel gozzo o negli intestini degli uccelli. Quei mezzi, tuttavia, bastano per un trasporto occasionale attraverso tratti di mare di qualche centinaio di miglia, oppure da isola ad isola, o da un continente a un'isola vicina, ma non da un continente lontano a un altro. Mediante quei mezzi le flore di continenti lontani non si mescoleranno in alcuna misura rilevante, ma resteranno distinte tanto quanto ora le vediamo. Le correnti, in base al loro corso, non trasporteranno mai i semi dal Nord America all'Inghilterra, anche se possono portare, e in qualche caso portano, semi dalle Indie Occidentali alle nostre coste occidentali dove, se non vengono uccisi dalla lunga immersione nell'acqua salata, non resistono comunque al clima. Quasi ogni anno uno o due uccelli terrestri sono spinti dal vento attraverso l'intero oceano Atlantico, dal Nord America alle coste occidentali dell'Irlanda e dell'Inghilterra; ma i semi potrebbero essere trasportati da questi vagabondi mediante un solo mezzo, e cioè nella sporcizia attaccata alle loro zampe, un accidente di per sé raro. E anche se ciò si verificasse, la probabilità che un seme cada su un terreno favorevole e raggiunga la maturità sarebbe davvero piccola!

Ma sarebbe un grande errore argomentare che, poiché un'isola ricca come la Gran Bretagna, per quanto ne sappiamo (e sarebbe molto difficile dimostrarlo), non ha ricevuto negli ultimi secoli, attraverso mezzi di trasporto occasionali, forme di vita immigrate dall'Europa o da qualche altro continente, allora un'isola poco popolata, magari più lontana dalla terraferma, non possa ricevere dei colonizzatori con mezzi del genere. Non dubito che, di venti semi o animali trasportati su un'isola anche molto meno popolata della Gran Bretagna, poco più di uno sarebbe sufficientemente adatto alla nuova dimora da potersi naturalizzare. Ma ciò, mi sembra, non è un argomento che si può usare contro quello che può essere realizzato dai mezzi occasionali di trasporto nel lungo fluire del tempo geologico, mentre un'isola veniva sollevata e formata, e prima che fosse riempita completamente di abitanti. Su una terra quasi spoglia, in cui non vivono che pochi o magari nessun insetto o uccello distruttivi, quasi ogni seme che abbia avuto l'opportunità di arrivare potrebbe sicuramente germogliare e sopravvivere.

La dispersione durante il periodo glaciale — L'identità che osserviamo tra molte piante e animali che si trovano sulle cime di montagne separate l'una dall'altra da migliaia di miglia di pianura, dove le specie alpine non possono vivere, è uno dei casi più sorprendenti che conosciamo di una medesima specie che vive in luoghi distanti senza che apparentemente possa essere migrata dall'uno all'altro. È davvero un fatto notevole vedere tante piante simili vivere nelle regioni nevose delle Alpi o dei Pirenei e nelle parti più settentrionali d'Europa; ma è ancora più notevole che le piante delle [White Mountains](#), negli Stati Uniti d'America, siano le stesse del Labrador e quasi le stesse, come ci dice Asa Gray, delle montagne più alte d'Europa. Questi fatti spinsero [Gmelin](#), nel lontano 1747, a concludere che la stessa specie doveva essere stata creata indipendentemente in diversi luoghi, e avremmo forse continuato a crederlo se Agassiz e altri non avessero attirato la nostra attenzione sul periodo glaciale che, come vedremo subito, permette di spiegare in modo semplice fatti come questi. Abbiamo testimonianze di ogni tipo, organiche e inorganiche, del fatto che in un periodo geologico molto recente l'Europa centrale e il Nord America erano sottoposti a un clima artico. Le rovine di una casa bruciata da un incendio non ci raccontano la storia di quel che è accaduto con più chiarezza di quella con cui le montagne della Scozia e del Galles — con i loro fianchi graffiati, le superfici lucidate e i massi elevati — ci parlano delle correnti di ghiaccio che riempivano le loro valli in epoche recenti. Il clima d'Europa è cambiato a tal punto che nell'Italia settentrionale le gigantesche morene lasciate dagli antichi ghiacciai sono ora rivestite dalla vite e dal mais. In una vasta

parte degli Stati Uniti i massi erratici e le rocce graffiate dagli iceberg alla deriva e dalla fascia costiera ghiacciata rivelano chiaramente un passato segnato dal freddo.

L'influenza che il clima glaciale ha esercitato in passato sulla distribuzione degli abitanti d'Europa, spiegata con notevole chiarezza da Edward Forbes, è sostanzialmente ciò che ora vedremo. Ma i cambiamenti ci risulteranno più facili da seguire supponendo che un nuovo periodo glaciale si faccia strada lentamente e poi termini, com'è accaduto in passato. Man mano che il freddo avanza, le zone più meridionali diventano adatte agli esseri della zona artica e poco adatte a quelli dei climi temperati; questi ultimi saranno sterminati e le creature artiche prenderanno il loro posto. Allo stesso tempo, gli abitanti delle zone più temperate si sposteranno verso sud, a meno che qualche barriera non glielo impedisca, nel qual caso periranno. Le montagne si copriranno di neve e di ghiaccio, e i loro precedenti abitanti scenderanno nelle pianure. Quando il freddo ha raggiunto il massimo, abbiamo una fauna e una flora artiche uniformi, che coprono le parti centrali d'Europa arrivando, a sud, alle Alpi e ai Pirenei ed estendendosi perfino in Spagna. Le regioni ora temperate degli Stati Uniti saranno analogamente coperte di piante e animali artici, all'incirca gli stessi che si trovano in Europa, perché gli attuali abitanti delle zone circumpolari che immaginiamo abbiano viaggiato verso sud sono notevolmente uniformi dappertutto nel mondo. Possiamo supporre che l'era glaciale sia cominciata in Nord America un poco prima o un poco dopo rispetto all'Europa, per cui la migrazione verso sud sarà stata di poco anteriore o successiva, ma ciò non farà differenza per il risultato finale.

Al ritorno del caldo, le forme di vita artiche si ritireranno verso nord, seguite da vicino nella loro ritirata dalle produzioni delle regioni più temperate. Man mano che la neve si scioglierà alla base delle montagne, le forme artiche conquisteranno il terreno liberato e scongelato, salendo sempre più in alto all'aumentare del calore, mentre le altre loro sorelle proseguono il cammino verso nord. Dunque, quando sarà tornato completamente il calore, le stesse specie artiche che erano vissute in un unico insieme esteso nelle terre basse del Vecchio e del Nuovo mondo, resteranno isolate sulle cime distanti delle montagne (perché a tutte le altezze inferiori saranno state sterminate) e nelle regioni artiche dei due emisferi.

Possiamo così comprendere l'identità di molte piante che si trovano in punti enormemente lontani degli Stati Uniti e d'Europa. In questo modo possiamo anche comprendere il fatto che le piante alpine di ogni catena montuosa sono collegate in modo più particolare alle forme artiche che vivono immediatamente, o quasi, a nord di esse:

perché le migrazioni all'approssimarsi del freddo, come le nuove migrazioni al ritorno del caldo, saranno state in generale immediatamente a sud e immediatamente a nord. Le piante alpine della Scozia, per esempio, come ha osservato il signor H.C. Watson, e quelle dei Pirenei, come ha notato Ramond, sono più affini alle piante del nord della Scandinavia, mentre quelle degli Stati Uniti sono più affini a quelle del Labrador e quelle della Siberia a quelle delle regioni artiche di quel paese. Queste concezioni, basate come sono sull'esistenza perfettamente accertata di una passata era glaciale, mi sembra che spieghino in modo tanto soddisfacente l'attuale distribuzione delle creature alpine e artiche d'Europa e d'America che, quando in altre regioni troviamo le stesse specie su lontane cime montuose, possiamo concludere quasi senza altre prove che un tempo un clima più freddo deve aver permesso loro di migrare nelle zone basse intermedie, diventate in seguito troppo calde per loro.

Se dopo il periodo glaciale il clima è stato un poco più caldo di come è attualmente (così pensano alcuni geologi degli Stati Uniti, basandosi principalmente sulla distribuzione dei fossili di [Gnathodon](#)), allora le creature artiche e temperate si saranno spostate un poco più a nord in un'epoca molto recente, per poi ritirarsi nei loro habitat attuali; ma non ho trovato testimonianze soddisfacenti a proposito di questo periodo intermedio un poco più caldo, successivo al periodo glaciale.

Le forme artiche, durante la lunga migrazione a sud e poi di nuovo a nord, saranno state esposte più o meno allo stesso clima e, è importante notare, avranno continuato a formare il medesimo insieme: di conseguenza le loro relazioni reciproche non saranno cambiate molto e, secondo i principi sostenuti in questo volume, non saranno state soggette a molte modificazioni. Ma la situazione delle nostre produzioni alpine, che al ritorno del caldo restano isolate, sarà un poco diversa, perché non è verosimile che tutte le stesse specie artiche siano restate su catene montuose lontane le une dalle altre e vi siano sopravvissute in seguito. Con ogni probabilità esse si saranno mescolate con antiche specie alpine, che devono essere esistite sulle montagne prima dell'inizio dell'era glaciale, e durante il periodo più freddo si saranno spinte in basso verso le pianure e saranno state esposte a influenze climatiche leggermente diverse. Le loro relazioni reciproche, dunque, saranno state alterate in qualche misura e saranno state soggette a modificazione, cosa che in effetti riscontriamo: infatti, se confrontiamo le piante e gli animali alpini attuali che abitano le diverse, grandi catene montuose d'Europa, possiamo vedere che anche se tante specie sono esattamente le stesse, alcune presentano delle varietà, alcune sono classificate come forme dubbie e alcune — poche — sono specie distinte, pur essendo strettamente affini o tipiche.

Nell'illustrare ciò che io credo sia avvenuto durante il periodo glaciale, ho supposto che all'inizio le forme di vita artiche intorno alle regioni polari fossero uniformi come lo sono oggi. Ma le osservazioni che precedono non si applicano solo alle forme strettamente artiche, bensì anche a molte forme subartiche e a qualche forma temperata settentrionale, perché alcune di queste sono le stesse sulle montagne più basse e nelle pianure del Nord America e d'Europa. Mi si potrebbe dunque chiedere ragionevolmente come spiego il necessario grado di uniformità delle forme subartiche e temperate settentrionali intorno al mondo all'inizio dell'era glaciale. Attualmente le creature subartiche e temperate settentrionali del Vecchio e del Nuovo mondo sono separate le une dalle altre dall'oceano Atlantico e dall'estrema parte settentrionale del Pacifico. Durante il periodo glaciale, quando gli abitanti del Vecchio e del Nuovo mondo vivevano un poco più a sud rispetto a ora, devono essere stati separati ancora più completamente da distese oceaniche più vaste. Credo che la difficoltà sopra menzionata possa essere superata considerando i cambiamenti climatici di natura opposta di un'epoca ancora precedente. Abbiamo buone ragioni per credere che durante il Pliocene più recente, prima dell'era glaciale e quando gli abitanti del mondo erano, al livello di specie, in maggioranza gli stessi di oggi, il clima fosse più caldo di quanto è ora. Possiamo dunque supporre che gli organismi che vivono ora nel clima di latitudine 60°, durante il Pliocene vivessero più a nord sotto il circolo polare, alla latitudine di 66°-67°, e che le creature strettamente artiche vivessero allora nelle terre ancora più vicine al polo. Ora, se guardiamo un mappamondo vedremo che sotto il circolo polare c'è una zona di terra pressoché continua che va dall'Europa occidentale, attraverso la Siberia, fino all'America orientale. A questa continuità della regione circumpolare e alla conseguente libertà di migrazione tra quei continenti in condizioni di clima più favorevoli, io attribuisco la quantità di uniformità necessaria tra le produzioni subartiche e temperate settentrionali del Vecchio e del Nuovo mondo in un periodo antecedente l'epoca glaciale.

Essendo convinto, per le ragioni già riferite, che i nostri continenti si trovino da molto tempo più o meno in questa stessa posizione reciproca, sebbene siano soggetti a consistenti ma parziali oscillazioni di livello, sono fortemente propenso a estendere la concezione esposta sopra e a inferire che, durante un periodo precedente e ancora più caldo, come il Pliocene più antico, un gran numero delle stesse piante e degli stessi animali abitasse la regione circumpolare quasi continua e che queste piante e animali, sia nel vecchio che nel nuovo mondo, abbiano cominciato a migrare lentamente verso sud man mano che il clima diventava meno caldo, molto prima dell'inizio dell'era glaciale. Noi, credo, vediamo ora i loro discendenti, perlopiù in condizioni

modificate, nelle zone centrali d'Europa e degli Stati Uniti. Secondo questa concezione possiamo comprendere la relazione — e la limitata identità — che sussiste tra le produzioni del Nord America e d'Europa: una relazione tanto più notevole se consideriamo la distanza tra le due aree e la loro separazione a causa dell'oceano Atlantico. Possiamo anche comprendere il fatto singolare, notato da parecchi osservatori, per cui le produzioni d'Europa e d'America, durante gli stadi più recenti del terziario, erano più collegate tra loro di quanto lo sono ora, perché in quei periodi più caldi le parti settentrionali del Vecchio e del Nuovo mondo saranno state unite quasi con continuità da una striscia di terra che serviva da ponte — poi divenuto impraticabile per il freddo — per la migrazione degli abitanti da un continente all'altro.

Mentre il calore del Pliocene diminuiva lentamente, non appena le specie comuni al Vecchio e al Nuovo mondo migravano a sud del circolo polare, esse dovevano finire per rimanere completamente separate le une dalle altre. Per quanto concerne le produzioni più temperate, questa separazione avvenne molte epoche fa. E man mano che piante e animali migravano verso sud, si saranno mescolate in una grande regione con le produzioni indigene americane e avranno dovuto competere con esse, mentre nell'altra grande regione lo stesso sarà accaduto a quelle del Vecchio mondo. Abbiamo così tutte le circostanze favorevoli al verificarsi di una grande quantità di modificazioni, molte di più di quelle a cui devono essere state soggette le produzioni alpine lasciate isolate, in un periodo molto più recente, sulle diverse catene montuose e nelle terre artiche dei due mondi. Così avviene che, quando ora confrontiamo le forme viventi delle regioni temperate del Vecchio e del Nuovo mondo, troviamo assai poche specie identiche (anche se Asa Gray ha mostrato di recente che ci sono più piante identiche di quanto si supponeva), ma in ogni grande classe troviamo molte forme che alcuni naturalisti classificano come razze geografiche e altri come specie distinte, e una quantità di forme strettamente affini o tipiche che tutti i naturalisti classificano come distinte al livello di specie.

Come sulla terra, così nelle acque una lenta migrazione verso sud di una fauna marina, che durante il Pliocene o anche un poco prima era pressoché uniforme lungo le coste del circolo polare, spiegherà mediante la teoria della modificazione le molte forme strettamente affini che vivono ora in aree completamente separate. Possiamo così comprendere, io credo, la presenza di molte forme esistenti e tipiche del terziario sulle rive orientali e occidentali della zona temperata del Nord America; e anche il caso, ancora più sorprendente, dei molti crostacei strettamente affini (descritti nell'ammirevole opera di Dana), di alcuni pesci e di altri animali marini che si trovano nel Mediterraneo e nei mari del [Giappone](#), aree ora separate da un

continente e da un oceano equatoriale grande quasi quanto un emisfero.

Queste relazioni, ma non identità, tra le popolazioni di mari oggi separati, come pure il caso degli abitanti antichi e attuali delle regioni temperate del Nord America e d'Europa, sono inspiegabili con la teoria della creazione. Non possiamo dire che sono stati creati simili in corrispondenza con le pressoché simili condizioni fisiche di quelle aree, perché se confrontiamo, per esempio, certe parti del Sud America con i continenti meridionali del Vecchio mondo, vediamo dei paesi che corrispondono strettamente per condizioni fisiche ma hanno abitanti del tutto dissimili.

Ma dobbiamo tornare al nostro punto, il periodo [glaciale](#). Sono convinto che la concezione di Forbes può essere estesa in larga misura. In Europa abbiamo le testimonianze più chiare del periodo freddo, dalle rive occidentali della Gran Bretagna fino alla catena degli Urali e, a sud, fino ai Pirenei. Dagli animali congelati e dalla natura della vegetazione di montagna possiamo inferire che la Siberia ne fu toccata in modo analogo. Lungo l'Himalaya, in punti distanti 900 miglia, i ghiacciai hanno lasciato i segni della loro precedente, lenta discesa, e nel Sikkim il dottor Hooker ha visto il mais crescere su antiche, gigantesche morene. A sud dell'equatore, abbiamo qualche testimonianza diretta di una precedente azione dei ghiacci in Nuova Zelanda; e la presenza delle stesse piante su montagne separate da enormi distanze raccontano la medesima storia. Se prestiamo fede a una relazione che è stata pubblicata, abbiamo delle testimonianze dirette dell'azione dei ghiacci nell'angolo sudorientale dell'Australia.

Consideriamo ora l'America. Nella metà settentrionale, frammenti di roccia provenienti dai ghiacci sono stati osservati lungo il lato orientale fino alle latitudini meridionali di 36° - 37° , e sulle rive del Pacifico, dove ora il clima è così diverso, fino a 46° ; dei massi erratici, inoltre, sono stati notati sulle Montagne Rocciose. Nella cordigliera del Sud America equatoriale i ghiacciai si spingevano molto più in basso del loro livello attuale. Nel Cile centrale fui sorpreso dalla struttura di un ammasso di detriti alto circa 800 piedi che attraversava una valle delle Ande: ora penso che si trattasse di una gigantesca morena lasciata molto più in basso della posizione attuale di qualsiasi ghiacciaio. Ancora più a sud, su entrambi i lati del continente, dalla latitudine 41° fino all'estremità più meridionale, abbiamo le più evidenti testimonianze di un'antica azione dei ghiacci negli enormi massi trasportati lontano da dove si erano formati.

Non sappiamo se l'epoca glaciale sia stata esattamente simultanea in questi punti lontanissimi ai lati opposti del mondo. Ma in quasi tutti i casi abbiamo delle buone prove che quell'epoca fu compresa

nell'ultimo periodo geologico. Abbiamo anche testimonianze eccellenti del fatto che in ogni luogo durò un periodo di tempo enorme, se misurato in anni. Il freddo può essersi fatto strada, o essere venuto meno, in un punto del globo prima che in un altro; ma vedendo che durò a lungo in ogni luogo, e che fu simultaneo in senso geologico, mi sembra probabile che almeno per una parte del periodo sia stato di fatto contemporaneo in ogni zona del mondo. Senza qualche chiara prova in contrario possiamo almeno ammettere come probabile che l'azione dei ghiacci sia stata simultanea sui lati orientale e occidentale del Nord America, nella cordigliera sotto l'equatore e sotto le zone temperate più calde, e su entrambi i lati dell'estremità meridionale del continente. Se si ammette questo, è difficile non credere che la temperatura del mondo intero fosse in quel periodo simultaneamente più fredda. Ma, per i miei scopi, sarebbe sufficiente che la temperatura sia stata più bassa nello stesso periodo lungo certe larghe fasce di longitudine.

Se si adotta questa concezione per cui il mondo intero, o almeno delle larghe fasce longitudinali, sono state simultaneamente più fredde da un polo all'altro, si può gettare molta luce sulla distribuzione attuale delle specie identiche e affini. In America il dottor Hooker ha mostrato che quaranta o cinquanta piante che producono fiori della Terra del Fuoco, che formano una parte non trascurabile di quella esigua flora, sono comuni all'Europa, per quanto i due luoghi siano estremamente lontani, e ci sono molte specie strettamente affini. Sulle montagne più elevate dell'America equatoriale si trovano un gran numero di specie peculiari che appartengono a generi europei. Sulle montagne più alte del Brasile Gardner ha trovato alcuni generi europei che non esistono nelle vaste regioni calde intermedie. Così sulla Silla di Caracas il celebre Humboldt ha trovato molto tempo fa delle specie che appartengono a generi caratteristici della cordigliera. Sulle montagne dell'[Abissinia](#) si trovano diverse forme europee e alcuni rappresentanti della peculiare flora del [Capo di Buona Speranza](#). Al Capo di Buona Speranza si trovano un piccolo numero di specie europee, che si ritiene non siano state introdotte dall'uomo, e, sulle montagne, ci sono alcune forme tipiche europee che non sono state trovate nelle zone dell'Africa comprese fra i tropici. Sull'Himalaya e sulle catene montuose isolate della penisola indiana, sulle alture di [Ceylon](#) e sui coni vulcanici di [Giava](#) si trovano molte piante che sono identiche o comunque simili, e che allo stesso tempo assomigliano a piante europee, che non si trovano nelle calde pianure intermedie. Un elenco dei generi raccolti sulle cime più alte di Giava evoca l'immagine di una collezione realizzata su una collina in Europa! Ancora più sorprendente è il fatto che le forme dell'Australia meridionale sono chiaramente somiglianti a piante che crescono sulle

cime delle montagne del Borneo. Alcune di queste forme australiane, come sento dal dottor Hooker, si estendono lungo le alture della penisola di Malacca e sono disseminate, con larghi intervalli, da un lato in India e dall'altro a nord, fino al Giappone.

Sulle montagne meridionali dell'Australia il dottor F. Müller ha scoperto diverse specie europee; altre, non introdotte dall'uomo, si trovano nelle pianure e, come mi informa il dottor Hooker, si potrebbe fare un lungo elenco di generi europei che si trovano in Australia, ma non nelle regioni torride intermedie. Nell'ammirevole *Introduzione alla flora della Nuova Zelanda* del dottor Hooker si forniscono fatti analoghi e sorprendenti per quanto riguarda le piante di quella grande isola. Vediamo, dunque, che in ogni parte del mondo le piante che crescono sulle montagne più alte e nelle pianure temperate dell'emisfero settentrionale e di quello meridionale sono talvolta identiche, ma molto più spesso sono distinte a livello di specie, sebbene siano collegate l'una all'altra in maniera assai notevole.

Questo breve riassunto si riferisce soltanto alle piante, ma si potrebbero citare alcuni fatti del tutto analoghi anche sulla distribuzione dei mammiferi terrestri. Tra le creature marine si verificano casi simili. Posso richiamare come esempio un'osservazione fatta dalla maggiore autorità in proposito, il professor Dana, secondo cui «è certamente un fatto stupefacente che, per quanto riguarda i crostacei, la Nuova Zelanda abbia una somiglianza più stretta con la Gran Bretagna, che si trova agli antipodi, che con qualsiasi altra parte del mondo». Anche Sir J. Richardson parla del ripresentarsi di pesci dalle forme nordiche sulle rive della Nuova Zelanda, della Tasmania ecc. Il dottor Hooker mi informa che venticinque specie di alghe sono comuni alla Nuova Zelanda e all'Europa, ma non sono state trovate nei mari tropicali intermedi.

Si deve notare che le specie e le forme nordiche, trovate nelle parti meridionali dell'emisfero meridionale e sulle catene montuose delle regioni comprese tra i tropici, non sono artiche ma appartengono alle zone temperate settentrionali. Come ha osservato recentemente il signor H.C. Watson, «nel ritirarsi dalle latitudini polari verso quelle equatoriali le flore alpine o di montagna diventano veramente sempre meno artiche». Molte forme che vivono sulle montagne delle regioni più calde della terra e nell'emisfero meridionale sono di dubbio valore, perché alcuni naturalisti le classificano come distinte al livello di specie e altri come varietà; ma alcune sono certamente identiche e molte, sebbene strettamente collegate alle forme settentrionali, devono essere classificate come specie distinte.

Vediamo ora che luce può gettare sui fatti precedenti la credenza, avvalorata da un vasto repertorio di testimonianze geologiche,

secondo cui, durante il periodo **glaciale**, il mondo intero o una sua larga parte fu simultaneamente molto più freddo di oggi. Il periodo glaciale, misurato in anni, deve essere stato molto lungo e, se ricordiamo attraverso quali grandi spazi si sono diffusi in pochi secoli le piante e gli animali che si sono naturalizzati, si sarà trattato di un periodo abbastanza lungo da consentire una qualsiasi quantità di migrazione. Man mano che il freddo si faceva lentamente strada, tutte le piante e le altre creature tropicali si saranno ritirate verso l'equatore, seguite dalle forme di vita temperate e queste, a loro volta, da quelle artiche (ma di queste ultime ora non ci occupiamo). Le piante tropicali furono probabilmente soggette a un alto grado di estinzione, quanta esattamente nessuno può dirlo; forse i tropici un tempo sostenevano tante specie quante ne vediamo ora affollarsi al Capo di Buona Speranza e in alcune zone temperate dell'Australia. Poiché sappiamo che molte piante e animali tropicali possono sopportare una notevole quantità di freddo, finché la diminuzione della temperatura è rimasta moderata molti avranno evitato di essere distrutti, soprattutto fuggendo nei luoghi più caldi. Ma la cosa importante da tenere presente è che tutte le creature tropicali avranno in qualche misura sofferto. D'altra parte, le forme di vita temperate, dopo essere migrate più vicino all'equatore, pur trovandosi in condizioni un poco nuove avranno sofferto meno. Ed è certo che molte piante temperate, se protette dalle incursioni dei competitori, possono sopportare un clima molto più caldo di quello loro proprio. Mi sembra dunque possibile, tenendo presente che le produzioni tropicali versavano in una condizione di sofferenza e non potevano opporre una solida resistenza agli intrusi, che un certo numero delle forme temperate più vigorose e dominanti si siano insinuate nelle fila degli indigeni e abbiano raggiunto, o addirittura attraversato, l'equatore. L'invasione sarà stata favorita grandemente, s'intende, dall'altitudine delle terre e forse da un clima secco, perché il dottor Falconer mi informa che l'umidità mescolata con il calore dei tropici risulta particolarmente deleteria per le piante perenni provenienti da un clima temperato. D'altra parte, le regioni più umide e calde avranno offerto asilo agli indigeni dei tropici. Le catene montuose a nordovest dell'Himalaya e la lunga linea della cordigliera sembrano aver offerto due grandi linee d'invasione: ed è un fatto sorprendente, comunicatomi recentemente dal dottor Hooker, che tutte le piante che producono fiori, circa 46, e che sono comuni alla Terra del Fuoco e all'Europa, esistono ancora nel Nord America, che deve essersi trovato lungo la rotta della migrazione. Ma non dubito che alcune produzioni temperate si siano addentrate e abbiano addirittura attraversato le *pianure* tropicali nel periodo in cui il freddo fu più intenso, quando le forme artiche erano migrate di circa 25° di latitudine rispetto al loro

paese d'origine, coprendo la regione ai piedi dei Pirenei. In quel periodo di freddo estremo credo che il clima all'equatore al livello del mare fosse lo stesso che ora si avverte nella stessa regione a un'altezza di sei o settemila piedi. Durante quel periodo più freddo, suppongo che vasti spazi delle pianure tropicali fossero rivestiti da una vegetazione che combinava forme tropicali e temperate, come quella — descritta con tanta efficacia da Hooker — che ora cresce con uno strano rigoglio ai piedi dell'Himalaya.

Così, credo, un numero considerevole di piante, alcuni animali terrestri e alcune creature marine migrarono durante il periodo **glaciale** dalle zone temperate del nord e del sud verso le regioni comprese tra i tropici, e alcune addirittura attraversarono l'equatore. Quando tornò il caldo, queste forme temperate saranno salite naturalmente sulle montagne più alte, mentre venivano sterminate nelle pianure. Quelle che non avevano raggiunto l'equatore saranno emigrate di nuovo a nord e a sud verso le loro dimore precedenti; ma le forme, principalmente settentrionali, che avevano attraversato l'equatore si saranno allontanate ulteriormente dalle loro dimore verso le latitudini più temperate dell'emisfero opposto. Anche se abbiamo ragione di ritenere, in base alle testimonianze geologiche, che l'intero insieme delle conchiglie artiche non subì praticamente alcuna modificazione durante la lunga migrazione verso sud e poi di nuovo verso nord, il caso delle forme che si insediarono sulle montagne comprese tra i tropici e nell'emisfero meridionale, invadendole, può essere stato completamente diverso. Essendo circondate da forestieri, avranno dovuto competere con molte nuove forme di vita ed è probabile che alcune particolari modificazioni nella loro struttura, nelle abitudini e nella costituzione le abbiano avvantaggiate. Così molti di quegli organismi errabondi, benché ancora collegati chiaramente per eredità ai loro fratelli degli emisferi settentrionale e meridionale, vivono ora nelle loro nuove dimore come varietà ben marcate o come specie distinte.

È un fatto notevole, su cui ha insistito con forza Hooker con riferimento all'America e Alphonse de Candolle con riferimento all'Australia, che apparentemente molte più piante identiche e forme affini siano emigrate dal nord al sud piuttosto che nella direzione contraria. Vediamo tuttavia alcune forme del sud sulle montagne del Borneo e dell'Abissinia. Sospetto che questa prevalente migrazione da nord verso sud sia dovuta alla maggiore estensione delle terre a nord e al fatto che le forme nordiche si trovavano nelle loro dimore in maggior numero, per cui erano state fatte avanzare dalla selezione naturale e dalla competizione a uno stadio di perfezione e di dominanza più elevato rispetto alle forme meridionali. E così, quando si mescolarono durante il periodo glaciale, le forme nordiche poterono

sopraffare le meno potenti forme meridionali. Proprio nello stesso modo in cui oggi vediamo tante creature europee diffondersi nella regione di La Plata e in misura minore in Australia dopo aver sopraffatto, fino a un certo punto, le forme indigene; mentre pochissime forme meridionali si sono naturalizzate in qualsiasi parte d'Europa, anche se le pelli, la lana e altri oggetti che trasportano facilmente i semi sono stati importati in abbondanza in Europa da La Plata negli ultimi due o tre secoli e dall'Australia negli ultimi trenta o quarant'anni. Qualcosa del genere deve essere accaduta sulle montagne comprese fra i tropici: prima del periodo glaciale erano senza dubbio ben fornite di forme alpine endemiche, le quali però hanno ceduto largamente il passo, quasi ovunque, alle forme più dominanti, generate nelle aree più vaste e nelle officine più efficienti del nord. In molte isole le creature indigene sono state eguagliate o addirittura superate per numero dalle forme naturalizzate, e anche se le popolazioni indigene non sono state di fatto sterminate, i loro numeri si sono notevolmente assottigliati, cosa che costituisce il primo stadio verso l'estinzione. Una montagna è un'isola sulla terra e le montagne comprese fra i tropici prima del periodo glaciale devono essere state completamente isolate; e io credo che le produzioni di queste isole terrestri abbiano ceduto a quelle sviluppatesi nelle aree più vaste del nord, nello stesso modo in cui le produzioni delle isole vere e proprie hanno ceduto ovunque il passo, in tempi recenti, alle forme continentali, naturalizzate a opera dell'uomo.

Sono lontano dal supporre che, con la concezione qui proposta, siano rimosse tutte le difficoltà relative al raggio di diffusione e all'affinità delle specie apparentate che vivono nelle zone temperate settentrionali e meridionali e sulle montagne delle regioni comprese fra i tropici. Moltissime difficoltà devono ancora essere risolte. Non ho la pretesa di indicare le linee esatte e i mezzi di migrazione, o la ragione per cui certe specie sono migrate e altre no, perché certe specie si sono modificate e hanno dato origine a nuovi gruppi di forme, mentre altre sono rimaste immutate. Non possiamo sperare di spiegare questi fatti finché non saremo in grado di dire perché una specie può essere naturalizzata a opera dell'uomo in un paese straniero e un'altra no, o perché una ha un raggio di diffusione due o tre volte superiore ed è due o tre volte più comune di un'altra specie nella rispettiva dimora.

Ho detto che molte difficoltà devono ancora essere risolte: alcune delle più notevoli sono state enunciate con ammirevole chiarezza dal dottor Hooker nelle sue opere botaniche sulle regioni antartiche. Non possiamo discuterle qui ora. Dirò soltanto che per quanto riguarda la presenza di specie identiche in punti enormemente lontani come la terra di [Kerguelen](#), la Nuova Zelanda e la Terra del Fuoco, io credo

che verso la fine del periodo glaciale gli [iceberg](#), come ha suggerito Lyell, abbiano avuto una parte importante nel loro processo di dispersione. Ma l'esistenza di diverse specie ben distinte appartenenti a generi che si trovano soltanto a sud è un caso di difficoltà assai più notevole per la mia teoria della discendenza con modificazione. Perché alcune di quelle specie sono così diverse che non possiamo supporre che, dall'inizio dell'era glaciale, ci sia stato per loro il tempo di migrare e poi modificarsi nella misura necessaria. I fatti mi sembrano indicare che alcune specie peculiari e ben distinte siano migrate lungo delle linee che si diramavano a raggiera da qualche centro comune; e sono incline a pensare che, tanto nell'emisfero meridionale quanto in quello settentrionale, ci sia stato un periodo precedente più caldo, anteriore all'inizio del periodo glaciale, durante il quale le terre antartiche, ora ricoperte di ghiaccio, sostenevano una flora molto peculiare e isolata. Ho il sospetto che, prima che questa flora fosse sterminata dall'epoca glaciale, un numero limitato di forme si siano ampiamente disperse verso punti differenti dell'emisfero meridionale con mezzi di trasporto occasionali e con l'aiuto, come luoghi di sosta, di isole allora esistenti e ora sommerse e forse, all'inizio dell'era glaciale, degli [iceberg](#). Con questi mezzi, io credo, le rive meridionali dell'America, dell'Australia e della Nuova Zelanda si sono colorate leggermente con le medesime, peculiari forme di vita vegetale.

In un passo straordinario, Sir C. Lyell ha fatto alcune speculazioni — in un linguaggio quasi identico al mio — riguardo agli effetti delle grandi modificazioni climatiche sulla [distribuzione geografica](#). Io credo che il mondo abbia conosciuto in tempi recenti uno dei suoi grandi cicli di cambiamento e che, se combiniamo questa nozione con quella della modificazione per selezione naturale, si possono spiegare una moltitudine di fatti relativi alla distribuzione attuale delle stesse forme di vita, come pure delle forme affini. Si può dire che le acque della vita si sono mosse per un breve periodo da nord e da sud, incrociandosi all'equatore. Ma da nord si muovevano con maggior forza e hanno inondato abbondantemente il sud. Come la marea abbandona i suoi detriti secondo linee orizzontali, anche se raggiungono altezze maggiori lungo le rive dove la marea è più alta, così le acque della vita hanno lasciato il loro deposito vivente sulle cime delle nostre montagne lungo una linea che sale dolcemente dalle pianure artiche fino a una grande altezza in prossimità dell'equatore. È possibile paragonare i vari esseri che sono rimasti così arenati alle razze selvagge dell'uomo che, quasi in ogni regione, sono state sospinte verso l'alto e sopravvivono nelle roccaforti di montagna, dove ci offrono una documentazione estremamente interessante sugli antichi abitanti delle pianure limitrofe.

CAPITOLO XII

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA — CONTINUAZIONE

Distribuzione delle produzioni d'acqua dolce — A proposito degli abitanti delle isole oceaniche — Assenza dei batraci e dei mammiferi terrestri — Sulla relazione tra gli abitanti delle isole e quelli della terraferma più vicina — Sulla colonizzazione a partire dalla fonte più vicina con modificazione successiva — Riassunto degli ultimi due capitoli

Poiché i laghi e i sistemi fluviali sono separati l'uno dall'altro da barriere di terra, si potrebbe pensare che le creature d'acqua dolce non si diffondano ampiamente nella stessa regione e, poiché il mare è una barriera ancora più insormontabile, che non debbano estendersi a paesi lontani. Eppure è vero il contrario: non solo molte specie d'acqua dolce, appartenenti a classi diverse, hanno un ampio raggio di diffusione, ma specie affini predominano in maniera notevole in diverse parti del mondo. Ricordo bene che quando raccolsi per la prima volta degli esemplari nelle acque dolci del Brasile, mi colpì particolarmente la somiglianza di insetti, molluschi ecc. d'acqua dolce con quelle dell'Inghilterra, mentre gli esseri terrestri dei dintorni erano tanto diversi.

Ma la capacità delle creature d'acqua dolce di diffondersi ampiamente, per quanto inaspettata, risulta in molti casi spiegabile, credo, evidenziando come esse si siano adattate in maniera per loro altamente utile a brevi e frequenti migrazioni di stagno in stagno e di fiume in fiume: una capacità alla quale segue quasi di necessità una tendenza a diffondersi ampiamente. Qui possiamo considerare soltanto pochi casi. Per quanto riguarda i pesci, credo che la stessa specie non si presenti mai nelle acque dolci di continenti lontani. Ma nello stesso continente le specie sono spesso diffuse ampiamente e in modo bizzarro, perché due sistemi fluviali avranno alcuni pesci in comune e altri differenti. Alcuni fatti sembrano confermare la possibilità che siano trasportati da mezzi accidentali, come il fatto che in India capita non di rado che i mulinelli di vento lascino cadere dei pesci vivi, o come la vitalità delle loro uova quando restano lontane dall'acqua. Ma sono incline ad attribuire la dispersione dei pesci d'acqua dolce a lievi cambiamenti del livello del suolo avvenuti in un periodo recente, che hanno causato il riversarsi dei fiumi uno nell'altro. Si potrebbero portare degli esempi di come ciò sia avvenuto, senza alcun

cambiamento di livello, anche durante le alluvioni. Nel [loess del Reno](#) ci sono testimonianze di considerevoli cambiamenti nel livello del terreno in periodi geologici molto recenti e quando la superficie era popolata da conchiglie di terra e d'acqua dolce tuttora esistenti. La grande differenza tra i pesci che si trovano sui lati opposti di catene montuose ininterrotte, che devono aver tenuto separati i sistemi fluviali e impedito la loro fusione fin da epoche remote, sembra portare alla stessa conclusione. Circa i pesci d'acqua dolce tra loro affini, che si trovano in punti molto lontani del mondo, vi sono senza dubbio parecchi fatti che al momento non possono essere spiegati; ma alcuni pesci d'acqua dolce appartengono a forme molto antiche e in questi casi ci sarà stato abbondante tempo per grandi cambiamenti geografici, e dunque il tempo e i mezzi per una notevole quantità di migrazione. In secondo luogo, i pesci d'acqua salata possono lentamente abituarsi a vivere nell'acqua dolce e, secondo [Valenciennes](#), è difficile trovare un singolo gruppo di pesci che sia limitato esclusivamente all'acqua dolce; possiamo quindi immaginare che un membro marino appartenente a un gruppo d'acqua dolce viaggi per un lungo tratto in mare, in prossimità delle coste, per poi modificarsi e adattarsi alle acque dolci di una terra lontana.

Alcune specie di conchiglie d'acqua dolce hanno un ampio raggio di diffusione e delle specie affini, che secondo la mia teoria sono discese da un progenitore comune e devono essere derivate da una sola fonte, predominano dappertutto nel mondo. Da principio la loro distribuzione mi procurò molte perplessità, perché è improbabile che le loro uova vengano trasportate dagli uccelli e l'acqua di mare le uccide immediatamente, così come uccide gli adulti. Non capivo neppure come alcune specie naturalizzate avessero potuto diffondersi rapidamente ovunque nello stesso paese. Ma due fatti che ho osservato — e senza dubbio ne rimangono molti altri da osservare — gettano qualche luce sull'argomento. In due occasioni in cui ho visto un'anatra emergere improvvisamente da uno stagno coperto di [lemne](#), ho notato che quelle piccole piante le erano rimaste attaccate al dorso; e, spostando un poco di lemne da un acquario all'altro, mi è capitato di rifornire senza volerlo un acquario con le conchiglie d'acqua dolce dell'altro. Ma un'altra azione è forse più efficace: ho sospeso le zampe di un'anatra, che potrebbero rappresentare le zampe di un uccello che dorme in uno stagno naturale, in un acquario dove si stavano schiudendo molte uova di conchiglie d'acqua dolce, e ho visto che numerose conchiglie estremamente minute e appena uscite dalle uova pullulavano sulla zampa e vi aderivano così fermamente che, quando venivano tirati fuori dall'acqua, non si riusciva a scuoterle via, anche se a un'età un po' più avanzata si staccano volontariamente. Queste conchiglie appena dischiuse, sebbene acquatiche per natura,

sopravvivere sulle zampe dell'anatra, nell'aria umida, da 12 a 20 ore. In questo tempo un'anatra o un airone, se spinti dal vento attraverso il mare fino a un'isola oceanica o a qualsiasi altro punto distante, possono volare per almeno 600 o 700 miglia, per poi posarsi su uno specchio d'acqua o un ruscello. Sir Charles Lyell mi informa che è stato catturato un *Dyticus* a cui era saldamente attaccato un *Ancylus* (una conchiglia d'acqua dolce simile a una patella); e un coleottero acquatico della stessa famiglia, un *Colymbetes*, una volta arrivò volando sul *Beagle* mentre si trovava a 45 miglia dalla terra più vicina: nessuno può dire quanto avrebbe potuto volare ancora più lontano con il favore di un forte vento.

Quanto alle piante, si sa da molto tempo che molte specie d'acqua dolce e perfino di palude hanno raggi di diffusione enormi, sia attraverso i continenti sia nelle isole oceaniche più remote. Come ha osservato Alphonse de Candolle, ciò è mostrato in modo sorprendente da alcuni grandi gruppi di piante terrestri, che hanno soltanto pochi membri acquatici i quali sembrano acquisire, quasi di conseguenza, un raggio di diffusione molto ampio. Credo che il fatto sia spiegato dalla presenza di mezzi di dispersione favorevoli. Ho menzionato più sopra che talvolta, anche se raramente, una certa quantità di terra aderisce alle zampe e al becco degli uccelli. I *trampolieri*, che frequentano i bordi fangosi degli stagni, se vengono improvvisamente messi in fuga sono tra quelli che hanno più probabilità di restare con le zampe infangate. Posso mostrare che gli uccelli di questo ordine sono i più grandi girovaghi e si trovano a volte nelle isole più lontane e deserte dell'oceano aperto. In genere non si posano sull'acqua del mare e, dunque, lo sporco non viene lavato via dalle zampe. Quando raggiungono la terra, cercheranno di volare fino alle loro naturali dimore d'acqua dolce. Non credo che i botanici siano consapevoli di quanti semi si trovano nel fango degli stagni. Ho fatto diversi piccoli esperimenti, ma qui riferirò soltanto il caso più sorprendente. In febbraio presi tre cucchiaini da tavola di fango da tre punti diversi, sott'acqua, lungo il bordo di un piccolo stagno. Una volta seccato il fango pesava soltanto 6 once e 3/4. L'ho tenuto coperto nel mio studio per sei mesi, sradicando e contando ogni pianta che vi cresceva. Le piante, di molti tipi, furono complessivamente 537. Eppure il fango viscido stava tutto in una tazza da colazione! Considerando questi fatti, credo che sarebbe una circostanza inspiegabile se gli uccelli acquatici non trasportassero i semi delle piante d'acqua dolce a grandi distanze e, di conseguenza, se il raggio di diffusione di queste piante non fosse molto grande. Lo stesso tipo di azione può essere intervenuto nel caso delle uova di alcuni tra i più piccoli animali d'acqua dolce.

Anche altri agenti, sconosciuti, devono aver avuto un ruolo. Ho

affermato che i pesci d'acqua dolce mangiano alcuni tipi di semi, ma ne espellono molti altri tipi dopo averli ingoiati, e anche i pesci piccoli ingoiano semi di dimensioni modeste, come quelli della ninfea gialla e del *Potamogeton*. Da secoli gli aironi e altri uccelli divorano i pesci ogni giorno, poi spiccano il volo e raggiungono altre acque, oppure sono spinti dal vento attraverso il mare; e, come abbiamo visto, i semi conservano per molte ore la facoltà di germogliare dopo essere stati vomitati in pallottoline o espulsi attraverso le feci. Quando vidi le grandi dimensioni dei semi della bella ninfea denominata *Nelumbium*, e ricordai le osservazioni di Alphonse de Candolle su questa pianta, pensai che la sua distribuzione doveva essere difficile da spiegare. Ma Audubon afferma di aver trovato i semi della grande ninfea meridionale (probabilmente, secondo il dottor Hooker, *Nelumbium luteum*) nello stomaco di un airone. Anche se non ho una conoscenza diretta del fatto, l'analogia mi fa ritenere che un airone, volando verso un altro stagno dopo aver fatto una scorpacciata di pesce, potrebbe espellere dallo stomaco una pallottolina contenente i semi non digeriti di *Nelumbium*, oppure i semi potrebbero essere lasciati cadere dall'uccello mentre nutre i suoi piccoli, come fa a volte con i pesci.

Considerando questi diversi mezzi di distribuzione, si deve ricordare che quando uno stagno o un ruscello si formano per la prima volta, per esempio su un'isoletta, non saranno occupati e un solo seme o uovo avrà una buona possibilità di attecchire. Anche se ci sarà sempre una lotta per la *vita* tra le specie, per quanto poche, che occupano uno stagno, tuttavia, dato che il numero dei tipi è piccolo in confronto con quelli che si trovano sulla terra asciutta, tra le specie acquatiche ci sarà probabilmente una competizione meno severa di quella che si verifica tra quelle terrestri. Di conseguenza un intruso proveniente dalle acque di un paese straniero avrà migliori opportunità di conquistare un posto rispetto ai coloni terrestri. Dovremmo anche ricordare che alcune — forse molte — creature d'acqua dolce si trovano in basso nella scala della natura e abbiamo ragione di ritenere che gli esseri che stanno in basso nella scala cambino o vengano modificati meno velocemente di quelli che stanno in alto: ciò lascerà alla migrazione delle stesse specie acquatiche un tempo più lungo della media. Non dobbiamo dimenticare la probabilità che molte specie un tempo si siano diffuse su aree immense con la continuità di cui le creature d'acqua dolce sono capaci e che si siano poi estinte nelle regioni intermedie. Ma credo che l'ampia distribuzione delle piante e degli animali d'acqua dolce che occupano i posti più bassi nella scala — sia che conservino la loro forma, sia che vadano soggetti a un certo grado di modificazione — dipenda principalmente dall'ampia dispersione dei loro semi e delle uova da parte degli animali (in particolare gli uccelli d'acqua dolce, che hanno una grande

capacità di volo e viaggiano naturalmente tra le varie distese d'acqua, spesso lontane l'una dall'altra). Come un giardiniere diligente, la natura preleva dunque i suoi semi da un terreno particolare e li depone in un altro, altrettanto adatto a loro.

Gli abitanti delle isole oceaniche — Arriviamo ora all'ultimo dei tre gruppi di fatti che ho scelto in quanto presentano le maggiori difficoltà per la concezione secondo cui tutti gli individui, della stessa specie come di specie affini, sono discesi da un solo progenitore e dunque derivano da un luogo di nascita comune, anche se nel corso del tempo sono andati ad abitare in luoghi distanti del globo. Ho già detto che non posso onestamente accettare la concezione di Forbes a proposito dell'estensione dei continenti; concezione che, se seguita coerentemente, ci porterebbe a credere che in un periodo recente tutte le attuali isole dovevano essere più o meno collegate a qualche continente. Questa concezione rimuoverebbe molte difficoltà, ma non credo che spiegherebbe tutti i fatti relativi alle creature che troviamo nelle isole. Nelle osservazioni che seguono non mi limiterò soltanto alla questione della dispersione, ma considererò alcuni altri fatti che riguardano la verità delle due teorie della creazione indipendente e della discendenza con modificazione.

Le specie di ogni tipo che abitano le isole oceaniche sono poco numerose rispetto a quelle che abitano una pari superficie di continente: Alphonse de Candolle lo riconosce per quanto riguarda le piante e Wollaston per gli insetti. Se consideriamo le grandi dimensioni e la varietà delle stazioni della Nuova Zelanda, che si estende per 780 miglia di latitudine, e confrontiamo le sue piante che producono fiori — soltanto 750 — con quelle di un'area equivalente situata nei pressi del Capo di Buona Speranza o in Australia, dobbiamo ammettere, credo, che la grande differenza nei numeri deve essere stata causata da qualche fattore indipendente dalle differenze nelle condizioni fisiche. Perfino l'uniforme contea di Cambridge ha 847 piante e la piccola isola di Anglesea ne ha 764, ma questi numeri comprendono anche alcune felci e alcune piante importate e, sotto altri aspetti, il confronto non è del tutto corretto. Abbiamo delle prove che la brulla isola dell'*Ascensione* possedeva originariamente meno di sei piante da fiore, eppure molte vi si sono naturalizzate, come è accaduto in Nuova Zelanda e in ogni altra isola oceanica che si voglia considerare. C'è ragione di credere che a *Sant'Elena* le piante e gli animali naturalizzati abbiano sterminato, totalmente o quasi, molte forme di vita indigene. Chi ammette la dottrina della creazione separata di ogni specie dovrà ammettere che sulle isole oceaniche non è stato creato un numero sufficiente di piante e di animali ben

adattati, perché l'uomo, ricorrendo a varie fonti, le ha involontariamente riempite di abitanti molto di più e molto meglio di quanto abbia fatto la natura.

Anche se nelle isole oceaniche il numero dei tipi di abitanti è modesto, la proporzione delle specie endemiche (cioè quelle che non si trovano da nessun'altra parte nel mondo) è spesso estremamente elevata. Ne abbiamo conferma se confrontiamo, per esempio, il numero delle conchiglie di terra endemiche a Madera, o degli uccelli endemici nell'arcipelago delle [Galapagos](#), con i numeri che si riscontrano in un qualsiasi continente e poi facciamo il confronto tra la superficie di quest'ultimo e quella delle isole. Questo fatto poteva essere previsto in base alla mia teoria perché, come si è già spiegato, delle specie che arrivano dopo tanto tempo in una regione nuova e isolata, e devono competere con nuovi rivali, saranno particolarmente soggette alla modificazione e produrranno spesso gruppi di discendenti modificati. Ma da ciò non segue affatto che, perché in un'isola quasi tutte le specie di una classe sono peculiari, quelle di un'altra classe o di un'altra sezione della stessa classe debbano esserlo a loro volta; e questa differenza sembra dipendere dalle specie che, essendo immigrate con facilità e in un unico blocco, non si sono modificate, per cui le loro relazioni reciproche non sono rimaste molto turbate. Così nelle Galapagos quasi tutti gli uccelli di terra sono peculiari, mentre degli undici uccelli marini soltanto due lo sono; ed è ovvio che gli uccelli marini possono raggiungere quelle isole più facilmente degli uccelli di terra. [Bermuda](#), d'altra parte, che dista dal Nord America circa quanto le isole delle Galapagos distano dal Sud America e ha un terreno molto particolare, non possiede un solo uccello di terra endemico; e dall'ammirevole descrizione di Bermuda del signor J.M. [Jones](#) apprendiamo che molti uccelli del Nord America, nelle loro grandi migrazioni annuali, visitano quell'isola periodicamente o almeno occasionalmente. Madera non possiede un solo uccello peculiare e molti uccelli europei e africani quasi ogni anno vi sono spinti dal vento, come mi informa il signor E.V. [Harcourt](#). Così le isole di Bermuda e Madera si sono popolate di uccelli che per lungo tempo hanno lottato gli uni contro gli altri nelle loro dimore d'origine, adattandosi a vicenda. Una volta occupate le nuove dimore, ogni tipo sarà stato tenuto dagli altri dentro i posti e le abitudini sue proprie, e dunque sarà stato poco soggetto alla modificazione. Madera, di nuovo, è popolata da un numero straordinario di conchiglie terrestri peculiari, mentre nemmeno una singola specie delle conchiglie di mare che vi si trovano è esclusiva delle sue rive. Ebbene, anche se non sappiamo come si disperdano le conchiglie di mare, vediamo tuttavia che le loro uova o larve, forse attaccate alle alghe, ai legni galleggianti o alle zampe dei [trampolieri](#),

possono essere trasportate molto più facilmente delle conchiglie terrestri per 300 o 400 miglia di mare aperto. Dei fatti analoghi possono essere osservati con i diversi ordini di insetti che si trovano a Madera.

Nelle **isole oceaniche** mancano a volte certe classi, il cui posto è stato occupato apparentemente da altri abitanti: nelle isole Galapagos il posto dei mammiferi è occupato dai rettili e in Nuova Zelanda da grandi uccelli senza ali. Il dottor Hooker ha mostrato che nelle piante delle Galapagos le proporzioni numeriche tra diversi ordini sono molto diverse da come sono altrove. In genere queste circostanze vengono spiegate ricorrendo alle condizioni fisiche delle isole, ma a me sembra che questa spiegazione presenti non poche difficoltà. Credo che la facilità dell'immigrazione abbia avuto un'importanza quantomeno pari alla natura delle condizioni fisiche.

A proposito degli abitanti delle isole remote si potrebbero citare molti piccoli fatti degni di nota. Per esempio, in certe isole dove non si trovano mammiferi, alcune piante endemiche hanno degli splendidi semi uncinati; eppure poche relazioni sono più sorprendenti dell'adattamento dei semi uncinati per il trasporto mediante la lana o il pelo dei quadrupedi. In base alla mia concezione questo caso non presenta difficoltà, perché un seme uncinato può essere trasportato su un'isola con qualche altro mezzo e la pianta, modificandosi leggermente ma conservando il seme uncinato, formerà una specie endemica che avrà un'appendice inutile come lo è un organo rudimentale, per esempio le ali avvizzite sotto le elitre saldate di molti coleotteri delle isole. Ancora, le isole spesso possiedono alberi o arbusti appartenenti a ordini che altrove comprendono solo specie erbacee; ebbene, gli alberi, come ha mostrato Alphonse de Candolle, hanno generalmente raggi di diffusione limitati, qualunque ne sia la causa. Essi avranno dunque scarse possibilità di raggiungere le lontane isole oceaniche e una pianta erbacea, anche se non può competere per statura con un albero pienamente sviluppato, una volta stabilitasi su un'isola e dovendo competere solo con altre piante erbacee, potrà facilmente avvantaggiarsi, diventando sempre più alta e superando le altre piante. Se è così, la selezione naturale tenderà spesso ad aumentare la statura delle piante erbacee che crescono su un'isola, a qualunque ordine appartengano, convertendole prima in arbusti e infine in alberi.

Circa l'assenza di interi ordini nelle isole, molto tempo fa **Bory St Vincent** osservò che i **batraci** (rane, rospi, tritoni) non sono mai stati trovati su nessuna delle tante isole che costellano i grandi oceani. Mi son preso la cura di verificare questa affermazione e ho trovato che è assolutamente vera. Mi è stato assicurato, tuttavia, che sulle montagne

della grande isola della Nuova Zelanda si trova una rana, ma sospetto che questa eccezione (se l'informazione è corretta) possa essere spiegata con l'azione dei ghiacci. Questa assenza generale di rane, rospi e tritoni su tante isole oceaniche non può essere spiegata con le condizioni fisiche. Di fatto quelle isole sembrano particolarmente adatte per quegli animali: le rane introdotte a Madera, nelle Azzorre e alle Mauritius si sono moltiplicate al punto da diventare un problema. Ma poiché si sa che questi animali e le loro uova vengono immediatamente uccisi dall'acqua marina, in base alla mia concezione possiamo vedere che vi è una grande difficoltà per il loro trasporto via mare: per questo non si trovano sulle isole oceaniche. Mentre con la teoria della creazione sarebbe molto difficile spiegare perché non sono state create in quei luoghi.

I **mammiferi** presentano un altro caso simile. Ho consultato con cura le antiche relazioni di viaggio e non ho finito la mia ricerca, ma finora non ho trovato un solo esempio esente da dubbi di un mammifero terrestre (se si escludono gli animali domestici allevati dagli indigeni) che abitasse su un'isola situata a più di 300 miglia da un continente o da una grande isola continentale; e molte isole che si trovano a una distanza assai inferiore ne sono ugualmente prive. Le isole **Falkland**, abitate da una volpe che assomiglia a un lupo, potrebbero costituire un'eccezione; ma quel gruppo di isole non può essere propriamente considerato oceanico, in quanto si trova su un banco collegato con la terraferma; inoltre, un tempo, gli iceberg hanno portato sulle coste occidentali delle Falkland dei massi erranti e possono avervi trasportato anche delle volpi, come capita oggi frequentemente nelle regioni artiche. Non si può dire tuttavia che le piccole isole non possano sostenere i piccoli mammiferi, perché li troviamo in molte parti del mondo su isole molto piccole, se sono vicine a un continente; e non si può citare praticamente una sola isola sulla quale i nostri quadrupedi più piccoli non si siano naturalizzati e moltiplicati in larga misura. Secondo la concezione comune della creazione, non si può dire che non ci sia stato tempo sufficiente per la creazione dei mammiferi: molte isole vulcaniche sono sufficientemente antiche, come mostrano la sorprendente degradazione che hanno subito e gli strati terziari. C'è stato tempo anche per la produzione di altre specie endemiche appartenenti ad altre classi, e si ritiene che sui continenti i mammiferi appaiano e scompaiano più in fretta di altri animali, anche inferiori. Anche se i mammiferi terrestri non si trovano sulle isole oceaniche, i mammiferi dell'aria si trovano praticamente in ogni isola. La Nuova Zelanda possiede due **pipistrelli** che non si trovano da nessun'altra parte al mondo; l'isola di Norfolk, l'arcipelago di Viti, le isole Bonin, gli arcipelaghi delle Caroline e delle Marianne e Mauritius possiedono tutte dei pipistrelli peculiari. Perché, ci si può chiedere,

sulle isole lontane la presunta forza creativa ha prodotto i pipistrelli ma non gli altri mammiferi? Secondo la mia concezione si può rispondere facilmente a questa domanda: perché nessun mammifero terrestre può essere trasportato attraverso un ampio tratto di mare, mentre i pipistrelli possono attraversarlo in volo. Dei pipistrelli sono stati visti vagabondare di giorno per ampi tratti dell'oceano Atlantico e due specie nordamericane visitano regolarmente o occasionalmente [Bermuda](#), alla distanza di 600 miglia dalla terraferma. Apprendo dal signor [Tomes](#), che si è specializzato nello studio di questa famiglia, che molte specie hanno un raggio di diffusione enorme e si trovano in continenti e in isole molto lontane. Basta dunque supporre che queste specie errabonde si siano modificate per selezione naturale nelle nuove dimore in relazione alla loro nuova posizione, e possiamo comprendere la presenza di pipistrelli endemici sulle isole, in assenza di tutti i mammiferi terrestri.

Oltre all'assenza dei mammiferi terrestri in relazione alla lontananza delle isole dai continenti, sussiste anche un'altra relazione, in qualche misura indipendente dalla distanza: quella tra la profondità del mare che separa un'isola dalla terraferma vicina e la presenza in entrambe delle stesse specie di mammiferi, o di specie affini in una condizione più o meno modificata. Il signor Windsor [Earl](#) ha fatto qualche osservazione sorprendente a questo riguardo riferendosi al grande arcipelago [malese](#), che in corrispondenza di Celebes è attraversato da un tratto d'oceano profondo che viene a separare due faune di mammiferi profondamente distinte. Su entrambi i lati le isole si trovano su banchi sottomarini di profondità moderata e sono abitate da quadrupedi strettamente affini o identici. Ci sono senza dubbio delle anomalie in questo grande arcipelago e, in qualche caso, è difficile formarsi un giudizio per via della probabile naturalizzazione di alcuni mammiferi a opera dell'uomo; ma sulla storia naturale di questo arcipelago sarà gettata presto molta luce grazie allo zelo ammirevole e alle ricerche del signor Wallace. Non ho avuto tempo finora di studiare la questione in tutte le altre parti del mondo, ma per quanto ho verificato la relazione generalmente regge. Vediamo che la Gran Bretagna è separata dall'Europa da un canale poco profondo e i mammiferi sono gli stessi sui due lati; fatti analoghi si osservano in molte isole separate dall'Australia da canali simili. Le isole delle Indie [Occidentali](#) si trovano su un banco profondo quasi 1000 braccia e in esse troviamo delle forme americane, ma le specie e anche i generi sono distinti. Poiché in tutti i casi la quantità di modificazione dipende in qualche misura dal tempo trascorso, e poiché durante i cambiamenti di livello è ovvio che le isole separate da canali poco profondi abbiano avuto maggiori probabilità di trovarsi collegate alla terraferma in tempi recenti rispetto alle isole separate da canali più

profondi, possiamo capire la frequente relazione tra la profondità del mare e l'affinità tra i mammiferi che abitano nelle isole e quelli dei continenti vicini; una relazione che rimane inspiegabile sulla base della concezione degli atti indipendenti di creazione.

Tutte le precedenti osservazioni sugli abitanti delle [isole oceaniche](#) — vale a dire la scarsità dei tipi, la ricchezza di forme endemiche di particolari classi o sezioni di classi, l'assenza di interi gruppi come i [batraci](#) e di mammiferi terrestri nonostante la presenza dei pipistrelli nell'aria, le singolari proporzioni di certi ordini di piante, le forme erbacee che sono diventate alberi ecc. — mi sembrano accordarsi meglio con la concezione secondo cui i mezzi di trasporto occasionali hanno svolto nel corso del tempo un'azione molto efficace, piuttosto che con la concezione secondo cui tutte le nostre isole oceaniche sarebbero state un tempo collegate via terra ai continenti più vicini. In quest'ultimo caso, infatti, la migrazione sarebbe stata probabilmente più completa e, se si ammette la modificazione, tutte le forme di vita si sarebbero modificate in maniera più uniforme, considerata l'importanza preminente delle relazioni tra organismo e organismo.

Non nego che ci siano molte serie difficoltà nel comprendere come parecchi abitanti delle isole più remote, sia che abbiano mantenuto la stessa forma specifica sia che si siano modificati dopo l'arrivo, abbiano raggiunto le loro attuali dimore. Ma la probabilità che, a offrire luoghi di sosta intermedi, siano esistite molte isole di cui non resta ora neppure una traccia non può essere trascurata. Presenterò qui un solo esempio di difficoltà. Quasi tutte le isole oceaniche, anche le più isolate e le più piccole, sono abitate da conchiglie terrestri, generalmente di specie endemiche ma qualche volta di specie che si trovano anche altrove. Il dottor Aug. A. [Gould](#) ha illustrato diversi casi di conchiglie terrestri delle isole del Pacifico. Ora, è un fatto noto che le conchiglie terrestri vengono facilmente uccise dal sale: le loro uova, almeno per quanto ho potuto verificare, affondano nell'acqua di mare e ne rimangono uccise. Deve esserci tuttavia, secondo la mia concezione, qualche mezzo sconosciuto eppure assai efficace per il loro trasporto. Non può succedere che alcuni piccoli appena nati, strisciando, aderiscano alle zampe di qualche uccello appollaiato sul terreno, venendone poi trasportati? Mi è venuto in mente che le conchiglie di terra, quando cadono in ibernazione e hanno un diaframma membranoso sulla bocca, potrebbero galleggiare nelle fessure di legni alla deriva attraverso dei bracci di mare moderatamente ampi. Ho riscontrato che diverse specie in quelle condizioni hanno resistito per sette giorni all'immersione nell'acqua di mare senza subire danni: una di quelle conchiglie era un'[Helix pomatia](#) e, dopo che era entrata nuovamente in ibernazione, l'ho messa nell'acqua di mare per 20 giorni e si è ripresa perfettamente. Poiché

questa specie ha uno spesso opercolo calcareo, l'ho rimosso e, quando ne ha formato uno nuovo membranoso, l'ho immersa per 14 giorni in acqua di mare, dopo di che si è ripresa ed è strisciata via. Ma su questo punto sono necessari ulteriori esperimenti.

Il fatto più sorprendente e importante per noi, a proposito degli abitanti delle isole, è l'affinità che hanno con quelli della terraferma più vicina, pur senza appartenere alla medesima specie. Si potrebbero portare molti esempi di questo fatto. Ne farò uno soltanto, quello dell'arcipelago delle [Galapagos](#), situato sotto l'equatore, tra le 500 e le 600 miglia dalle coste del Sud America. Ogni prodotto della terra e del mare reca qui l'impronta inconfondibile del continente americano. Ci sono 26 uccelli terrestri e 25 di questi sono stati classificati dal signor Gould come specie distinte, che si presume siano state create qui; eppure la stretta affinità di quegli uccelli con le specie americane, in ogni carattere, nelle abitudini, nel portamento e nel tono della voce, era manifesta. Lo stesso vale per gli altri animali e per le piante, come ha mostrato il dottor Hooker nella sua ammirevole opera sulla flora di questo arcipelago. Il naturalista, guardando gli abitanti di quelle isole vulcaniche del Pacifico distanti diverse centinaia di miglia dal continente, ha la sensazione di trovarsi comunque in terra americana. Come mai? Perché alcune specie che si suppone siano state create nell'arcipelago delle Galapagos, e non altrove, hanno una chiara impronta di affinità con quelle create in America? Non c'è nulla nelle condizioni di vita, nella natura geologica delle isole, nell'altezza e nel clima, o nelle proporzioni in cui le diverse classi sono associate, che somigli da vicino alle condizioni della costa sudamericana; anzi, c'è una notevole differenza sotto tutti questi aspetti. D'altra parte, c'è un notevole grado di somiglianza nella natura del suolo, nel clima, nell'altezza e nelle dimensioni delle isole tra l'arcipelago delle Galapagos e quello di Capo Verde: ma quale completa, assoluta differenza tra i loro abitanti! Gli abitanti delle [isole di Capo Verde](#) sono collegati a quelli dell'Africa come quelli delle Galapagos a quelli dell'America. Credo che questo fatto importante non possa essere spiegato in alcun modo secondo la concezione della creazione indipendente. Stando alla concezione da noi sostenuta, invece, è ovvio che le isole Galapagos avranno la possibilità di ricevere, mediante occasionali mezzi di trasporto oppure attraverso un antico collegamento terrestre, dei colonizzatori dall'America come le isole di Capo Verde dall'Africa, e che questi colonizzatori saranno soggetti a modificazione, mentre il principio di eredità continuerà a rivelare il loro luogo di nascita originale.

Si potrebbero citare molti fatti analoghi: in effetti è una regola quasi universale che le creature endemiche delle isole sono collegate a quelle del continente più vicino o di altre isole vicine. Le eccezioni

sono poche e per la maggior parte possono essere spiegate. Così le piante della terra di [Kerguelen](#), che è più vicina all'Africa che all'America, sono collegate — e in modo molto stretto, come apprendiamo dalla descrizione del dottor Hooker — a quelle americane. Ma se adottiamo la concezione per cui quest'isola è stata rifornita di semi portati con la terra e i sassi sugli [iceberg](#) trascinati dalle correnti dominanti, l'anomalia sparisce. La Nuova Zelanda, per quanto riguarda le piante endemiche, è collegata molto più strettamente all'Australia, la terraferma più vicina, che a ogni altra regione, come possiamo aspettarci. Ma è palesemente collegata anche al Sud America che, pur essendo il secondo continente più vicino, si trova a una distanza talmente enorme che il fatto diventa un'anomalia. La difficoltà quasi sparisce, tuttavia, se adottiamo la concezione per cui la Nuova Zelanda, il Sud America e altre terre meridionali furono tanto tempo fa rifornite di forme di vita da un punto pressoché intermedio, per quanto distante, cioè le isole antartiche, quando — prima dell'inizio dell'era glaciale — erano ricoperte di vegetazione. L'affinità tra la flora dell'angolo sudoccidentale dell'Australia e quella del [Capo di Buona Speranza](#) (affinità che, per quanto flebile, è reale, come mi assicura il dottor Hooker) è un fatto molto più notevole e al momento inspiegabile; ma questa affinità è limitata alle piante e, non ne dubito, sarà un giorno spiegata.

La legge che fa sì che gli abitanti di un arcipelago, benché distinti al livello delle specie, siano strettamente affini a quelli del continente più vicino può a volte essere osservata su piccola scala — ma in maniera molto interessante — dentro i confini dello stesso arcipelago. Così diverse isole dell'arcipelago delle Galapagos, come ho mostrato altrove, sono abitate in maniera meravigliosa da specie collegate molto strettamente tra loro, per cui gli abitanti di ogni isola, benché distinti, sono collegati gli uni con gli altri in misura molto più stretta che con gli abitanti di qualsiasi altra parte del mondo. E ciò è esattamente quanto dovremmo aspettarci sulla base della mia concezione: le isole, infatti, sono così vicine tra loro che riceveranno migranti dalla stessa fonte originaria, oppure l'una dall'altra. Questa differenza tra gli abitanti endemici delle isole può essere usata, tuttavia, come un argomento contro le mie concezioni, perché si potrebbe chiedere come è avvenuto che nelle diverse isole — che si trovano l'una in vista dell'altra, hanno la stessa natura geologica, la stessa altezza, lo stesso clima ecc. — molti immigrati si siano modificati diversamente, sia pure in misura limitata. Questa mi è sembrata a lungo una seria difficoltà. Essa, però, nasce principalmente dal ben radicato errore che ci spinge a considerare le condizioni fisiche di un paese come le più importanti per i suoi abitanti, mentre

in realtà non si può dubitare che la natura degli altri abitanti, con cui ciascuno deve competere, è un elemento di importanza quantomeno pari, e spesso di gran lunga più rilevante. Se ora consideriamo gli abitanti dell'arcipelago delle Galapagos che si trovano anche in altre parti del mondo (lasciando per un attimo da parte le specie endemiche, che non è opportuno includere perché stiamo considerando ora come si sono modificate dopo il loro arrivo), troviamo una considerevole quantità di differenze tra le diverse isole. Di fatto, potevamo aspettarci tali differenze in base alla concezione per cui le isole sono state rifornite mediante mezzi di trasporto occasionali (per esempio, il seme di una pianta potrebbe esser stato portato su un'isola e quello di un'altra pianta su un'altra isola). Dunque, quando in passato un migrante si insediava in una o più isole, o quando successivamente si diffondeva da un'isola all'altra, sarà stato esposto indubbiamente a condizioni di vita differenti a seconda delle diverse isole, perché avrà dovuto competere con insiemi diversi di organismi. Una pianta, per esempio, troverà il terreno a lei più adatto più occupato da piante distinte in un'isola piuttosto che in un'altra, e sarà esposta agli attacchi di nemici un poco diversi. Se poi varia, la selezione naturale probabilmente favorirà variazioni diverse nelle diverse isole. Alcune specie, tuttavia, potranno diffondersi, eppure conservare gli stessi caratteri ovunque nel gruppo, così come sui continenti vediamo alcune specie che si diffondono ampiamente pur rimanendo le stesse.

Il fatto davvero sorprendente nel caso dell'arcipelago delle Galapagos, e in misura minore in alcuni casi analoghi, è che le nuove specie formatesi in isole separate non si sono diffuse rapidamente nelle altre isole. Le isole, tuttavia, sebbene in vista l'una dell'altra, sono separate da bracci di mare profondi e in molti casi più larghi della Manica, e non c'è ragione di supporre che in qualche periodo remoto siano state unite. Le correnti marine sono veloci e spazzano l'arcipelago di traverso, mentre i venti forti sono straordinariamente rari, per cui le isole sono separate tra loro molto più efficacemente di quanto sembrano esserlo su una mappa. Nondimeno numerose specie, sia tra quelle che si trovano anche in altre parti del mondo sia tra quelle che si trovano solo nell'arcipelago, sono comuni alle diverse isole, e da certi fatti possiamo inferire che si sono probabilmente diffuse da un'isola alle altre. Ma spesso, io credo, ci facciamo un'opinione erronea della probabilità che delle specie strettamente affini invadano il territorio l'una dell'altra quando possono liberamente comunicare tra loro. Senza dubbio, se una specie ha un qualsiasi vantaggio su un'altra, in breve tempo la sopprimerà del tutto o in parte; ma se sono ugualmente adatte ai posti che occupano, entrambe conserveranno probabilmente il loro posto e si manterranno

separate per un periodo indefinito. Poiché conosciamo bene il fatto che molte specie naturalizzate a opera dell'uomo si sono diffuse con una rapidità impressionante in nuovi paesi, siamo portati a inferire che la maggior parte delle specie si diffonderanno nello stesso modo. Ma dovremmo ricordare che, in genere, le forme che si naturalizzano in un nuovo paese non sono strettamente affini agli abitanti originari del posto, ma sono specie ben diverse che, come ha mostrato Alphonse de Candolle, appartengono in larga parte a generi distinti. Nell'arcipelago delle [Galapagos](#) anche molti degli uccelli sono distinti su ogni isola, pur essendo ben adattati a volare di isola in isola. Così ci sono tre specie strettamente affini di [tordo beffeggiatore](#), ognuna confinata nella propria isola. Supponiamo ora che un tordo beffeggiatore dell'isola di Chatham sia spinto dal vento sull'isola di Charles, che ha già il suo tordo beffeggiatore: perché dovrebbe riuscire a stabilirvisi? Possiamo inferire con sicurezza che l'isola di Charles è ben popolata della propria specie, perché ogni anno vi viene deposto un numero di uova superiore a quello degli individui che vi potranno essere allevati; e possiamo inferire che il tordo beffeggiatore peculiare dell'isola di Charles è adatto alla sua dimora quanto la specie peculiare dell'isola di Chatham lo è alla sua. Sir C. Lyell e il signor Wollaston mi hanno comunicato un fatto rilevante per questo argomento, e cioè che Madera e la piccola isoletta vicina di Porto Santo possiedono distinte, ma tipiche conchiglie di terra, alcune delle quali vivono nelle fenditure dei ciottoli. Sebbene notevoli quantità di ciottoli siano trasportati ogni anno da Porto Santo a Madera, quest'ultima isola non è stata colonizzata dalla specie di Porto Santo. Nondimeno, entrambe le isole sono state colonizzate da alcune conchiglie terrestri europee che senza dubbio avevano qualche vantaggio sulle specie indigene. Sulla base di queste considerazioni, credo che non dobbiamo meravigliarci troppo se le specie endemiche e tipiche che abitano diverse isole dell'arcipelago delle Galapagos non si sono diffuse universalmente di isola in isola. In molti altri casi, come nelle diverse regioni dello stesso continente, la priorità nell'occupazione ha svolto probabilmente una parte importante nel tenere sotto controllo il mescolamento delle specie che vivono nelle stesse condizioni di vita. Così, gli angoli sudorientale e sudoccidentale dell'Australia hanno circa le stesse condizioni fisiche e sono collegati via terra, eppure sono abitati da un gran numero di mammiferi, uccelli e piante distinte.

Il principio che determina il carattere generale della fauna e della flora delle [isole oceaniche](#) — vale a dire che gli abitanti, quando non sono esattamente gli stessi, sono tuttavia collegati chiaramente agli abitanti della regione dalla quale potrebbero essere più facilmente derivati i colonizzatori, che si sono in seguito modificati e adattati nel

miglior modo alla loro nuova dimora — trova in natura la più ampia applicazione. Vediamo la stessa cosa su ogni montagna, in ogni lago e in ogni palude. Per esempio le specie alpine — se si eccettua la circostanza per cui le stesse forme, principalmente di piante, si sono diffuse dappertutto nel mondo durante la recente epoca glaciale — sono collegate alle specie delle pianure circostanti. Così in Sud America abbiamo colibrì alpini, roditori alpini, piante alpine ecc., tutti di forme strettamente americane, ed è ovvio che una montagna, mentre lentamente si sollevava, deve essere stata colonizzata da forme provenienti dalle pianure circostanti. Lo stesso vale per gli abitanti dei laghi e delle paludi, tranne per il fatto che la grande facilità di trasporto ha assicurato la presenza delle stesse forme generali in tutto il mondo. Vediamo lo stesso principio negli animali ciechi che abitano le [grotte](#) d'America e d'Europa. Si potrebbero citare altri fatti analoghi e, credo, si risconterà universalmente che, dovunque in due regioni, per quanto distanti, si trovano molte specie strettamente affini o tipiche, vi si troveranno anche alcune specie identiche, a dimostrazione che, secondo la concezione sopra esposta, in un periodo precedente c'è stata comunicazione reciproca o migrazione tra le due regioni. E dovunque si trovano molte specie strettamente affini, si troveranno anche molte forme che alcuni naturalisti classificano come specie distinte e altri come varietà, con le forme dubbie che ci mostrano gli stadi del processo di modificazione.

Questa relazione tra la forza e l'estensione della migrazione di una specie, attualmente o in qualche periodo anteriore in condizioni fisiche diverse, e l'esistenza in punti remoti del mondo di altre specie a essa affini, si mostra anche in un altro modo più generale. Il signor Gould mi fece notare molto tempo fa che, nei generi di uccelli che sono diffusi in tutto il mondo, molte specie hanno ampi raggi di diffusione. Non dubito in effetti che questa regola abbia una validità generale, ma sarebbe difficile da dimostrare. Tra i mammiferi la vediamo esemplificata rigorosamente nei pipistrelli e, in grado minore, nei felidi e nei canidi. La possiamo vedere anche se confrontiamo la distribuzione delle farfalle e dei coleotteri. Lo stesso vale per la maggior parte delle produzioni d'acqua dolce, in cui molti generi si estendono a tutto il mondo e molte specie individuali hanno raggi di diffusione enormi. Non si intende dire che nei generi che si estendono a tutto il mondo tutte le specie abbiano un ampio raggio di diffusione, e neanche che abbiano in *media* un raggio ampio; ma soltanto che alcune specie hanno un raggio molto ampio, perché la facilità con cui esse variano e danno luogo a nuove forme determinerà in larga misura il loro raggio di diffusione medio. Per esempio, se due varietà della stessa specie abitano l'America e l'Europa, la specie in questione ha un raggio immenso; ma se la variazione fosse stata un

poco maggiore, le due varietà sarebbero state classificate come specie distinte e il raggio comune si sarebbe di molto ridotto. Ancor meno si intende che una specie che ha la capacità di attraversare le barriere e diffondersi ampiamente, come certi uccelli dalle ali potenti, avrà necessariamente un ampio raggio di diffusione; perché non si deve mai dimenticare che diffondersi ampiamente comporta non solo attraversare le barriere, ma riuscire a vincere in terre lontane nella lotta per la [vita](#) con dei competitori stranieri. Secondo la concezione per cui tutte le specie di un genere sono discese da un solo progenitore, per quanto ora siano distribuite nei punti più remoti del mondo, dovremmo trovare — e io credo che in effetti troviamo — che almeno alcune specie hanno un raggio molto ampio di diffusione; è infatti necessario che il progenitore non modificato abbia un'ampia diffusione durante la quale sia soggetto a modificazione e si collochi in condizioni diverse favorevoli alla conversione della sua prole, prima in nuove varietà e infine in nuove specie.

Quando consideriamo l'ampia distribuzione di alcuni generi, dobbiamo ricordare che alcuni sono estremamente antichi e si devono essere diramati da un progenitore comune in un'epoca remota, per cui in questi casi ci sarà stato molto tempo per grandi cambiamenti climatici e geografici e, dunque, anche per la migrazione di alcune specie in ogni parte del mondo, dove possono essersi modificate un poco in rapporto alle loro nuove condizioni. Sulla base delle testimonianze geologiche, c'è anche qualche ragione di credere che gli organismi che occupano un posto più basso nella scala all'interno di ogni grande classe, cambino generalmente a un ritmo più lento delle forme che stanno più in alto. Dunque le forme più basse avranno avuto maggiori possibilità di diffondersi ampiamente pur conservando gli stessi caratteri specifici. Questo fatto, insieme con la circostanza per cui i semi e le uova di molte forme basse sono assai minuti e sono meglio adatti al trasporto a grande distanza, probabilmente spiega una legge che è stata osservata da tempo e che Alphonse de Candolle ha recentemente discusso in modo ammirevole per quanto riguarda le piante, cioè che quanto più un gruppo di organismi si trova in basso nella scala, tanto più è incline a diffondersi ampiamente.

Le relazioni appena discusse — cioè che gli organismi che stanno in basso nella scala e che cambiano lentamente si diffondono con più ampiezza di quelli che stanno in alto, e che alcune specie dei generi che si diffondono ampiamente hanno a loro volta un'ampia diffusione — e fatti come quelli per cui le creature alpine, lacustri e delle paludi sono collegate (con le eccezioni precisate) a quelle delle zone pianeggianti e delle zone asciutte circostanti, anche se queste stazioni sono tanto differenti, nonché le relazioni molto strette tra le specie distinte che abitano le isolette dello stesso arcipelago (e specialmente

le sorprendenti relazioni tra gli abitanti dello stesso arcipelago o isola e quelli della terraferma più vicina); tutte queste relazioni e fatti, io credo, sono del tutto inspiegabili stando alla concezione ordinaria della creazione indipendente di ogni specie, mentre si possono spiegare con la concezione basata sulla colonizzazione dalla fonte più vicina e accessibile, combinata con la modificazione successiva e il miglior adattamento dei colonizzatori alle loro nuove dimore.

Riassunto degli ultimi due capitoli — In questi capitoli ho cercato di mostrare che — se teniamo conto della nostra ignoranza circa gli effetti complessivi dei cambiamenti del clima e del livello del terreno che si sono senz'altro verificati in un periodo recente e di altri simili cambiamenti che possono essersi verificati nello stesso periodo; se ricordiamo quanto siamo ignoranti a proposito dei tanti, curiosi mezzi di trasporto occasionali, un argomento sul quale praticamente non sono mai stati fatti esperimenti adeguati; se teniamo conto di quanto spesso una specie deve essersi diffusa con continuità in un'ampia area per poi estinguersi nelle zone intermedie — se teniamo conto di tutto ciò, le difficoltà che si oppongono a ritenere che tutti gli individui della stessa specie siano discesi dagli stessi progenitori non sono, io credo, insuperabili. Siamo portati a questa conclusione, alla quale molti naturalisti sono pervenuti trattando dei singoli [centri di creazione](#), da alcune considerazioni generali, e più in particolare dall'importanza delle barriere e dalle analogie nella distribuzione di sottogeneri, generi e famiglie.

Per quanto riguarda le specie distinte dello stesso genere, che secondo la mia teoria devono essere derivate da un'unica fonte progenitrice, se teniamo conto — come abbiamo detto prima — della nostra ignoranza e ricordiamo che alcune forme di vita cambiano assai lentamente e dunque hanno a disposizione enormi periodi di tempo per migrare, non credo che le difficoltà siano insuperabili, anche se, in questo caso come in quello degli individui della stessa specie, sono spesso estremamente serie.

Per esemplificare gli effetti dei cambiamenti climatici sulla distribuzione ho cercato di mostrare quanto è stata importante l'influenza della moderna era glaciale, che — ne sono pienamente convinto — interessò simultaneamente il mondo intero o almeno alcune grandi fasce meridionali. Per mostrare quanto sono diversificati i mezzi occasionali di trasporto, ho discusso un po' più dettagliatamente i mezzi di dispersione delle forme di vita d'acqua dolce.

Se non ci sono difficoltà insuperabili ad ammettere che nel lungo trascorrere del tempo gli individui della stessa specie, come pure

quelli di specie affini, siano derivati da una stessa fonte, allora credo che tutti i grandi fatti principali della distribuzione geografica possano essere spiegati con la teoria della migrazione (in genere a opera delle forme di vita maggiormente dominanti) insieme alla successiva modificazione e moltiplicazione di nuove forme. Possiamo così comprendere la grande importanza delle barriere, tanto di terra quanto di mare, che separano le diverse province zoologiche e botaniche. Possiamo comprendere la localizzazione di sottogeneri, generi e famiglie, e possiamo comprendere come accade che, a latitudini differenti, per esempio in Sud America, gli abitanti delle pianure e delle montagne, delle foreste, delle paludi e dei deserti siano collegati in maniera così misteriosa dall'affinità, così come sono collegati agli esseri ora estinti che abitavano un tempo lo stesso continente. Tenendo a mente che le relazioni reciproche tra organismo e organismo sono della massima importanza, possiamo vedere perché due aree che hanno all'incirca le stesse condizioni fisiche sono spesso abitate da forme di vita molto diverse. Perché — a seconda del tempo trascorso da quando nuovi abitanti sono entrati in una regione; a seconda della natura delle comunicazioni che hanno consentito a certe forme di entrare in numeri più o meno alti e ad altre no; a seconda che le forme entrate si siano trovate in competizione più o meno diretta tra loro e con le forme indigene; e a seconda che gli immigrati siano stati capaci di variare più o meno rapidamente — tutte queste circostanze comporteranno nelle diverse regioni, indipendentemente dalle condizioni fisiche, condizioni di vita infinitamente diversificate. Ci sarà cioè una quantità pressoché senza fine di azione e reazione organica, e nelle diverse grandi province geografiche del mondo dovremo trovare, come in effetti troviamo, alcuni gruppi di esseri notevolmente modificati e altri modificati appena un poco, alcuni sviluppati fino ad acquistare una grande consistenza numerica e altri che esistono in numeri ridotti.

Sulla base di questi principi possiamo comprendere, come ho cercato di mostrare, perché le [isole oceaniche](#) hanno pochi abitanti, ma molti di essi sono endemici e peculiari; e perché, in rapporto ai mezzi di migrazione, un gruppo di esseri anche all'interno della stessa classe avrà tutte le specie endemiche, mentre un altro gruppo avrà tutte le specie in comune con altre parti del mondo. Possiamo vedere perché interi gruppi di organismi, come i [batraci](#) e i mammiferi terrestri, non possono trovarsi sulle isole oceaniche, mentre anche le isole più sperdute possiedono le loro specie peculiari di mammiferi aerei o pipistrelli. Possiamo vedere perché deve esserci qualche relazione tra la presenza dei mammiferi, in condizioni più o meno modificate, e la profondità del mare tra un'isola e la terraferma. Possiamo vedere chiaramente perché tutti gli abitanti di un

arcipelago, benché distinti a livello di specie nelle diverse isolette, saranno collegati strettamente gli uni agli altri e, meno strettamente, a quelli del continente più vicino o dell'altra fonte da cui i colonizzatori saranno probabilmente giunti. Possiamo vedere perché in due aree, per quanto distanti l'una dall'altra, deve esserci una correlazione nella presenza di specie identiche, varietà, specie dubbie e specie distinte ma tipiche.

Come sottolineava spesso il compianto Edward Forbes, c'è un parallelismo sorprendente tra le leggi della vita nello spazio e nel tempo: le leggi che governano la successione delle forme nei tempi passati sono circa le stesse che governano oggi le differenze nelle diverse aree. Lo constatiamo in diversi fatti. Ogni specie e gruppo di specie dura con continuità nel tempo: le eccezioni a questa regola sono infatti talmente poche che possiamo tranquillamente attribuirle al fatto che non abbiamo ancora scoperto in un deposito intermedio le forme che mancano, ma che ricorrono nei depositi superiori e inferiori. Così nello spazio la regola generale è certamente che l'area abitata da una singola specie o da un gruppo di specie è continua; e le eccezioni, che non sono rare, come ho cercato di mostrare, possono essere spiegate con la migrazione avvenuta in qualche periodo precedente, sotto condizioni diverse o con mezzi occasionali di trasporto, e con l'estinzione delle specie nelle regioni intermedie. Nel tempo come nello spazio le specie e i gruppi di specie hanno i loro punti di massimo sviluppo. I gruppi di specie che appartengono a un certo periodo di tempo o a una certa area sono spesso caratterizzati da tratti comuni di poco conto, come certe forme esteriori o colori. Considerando la lunga successione delle epoche, così come le odierne province lontane sparse per il mondo, vediamo che alcuni organismi differiscono poco mentre altri, che appartengono a una classe diversa, a un ordine diverso, o anche soltanto a una famiglia diversa dello stesso ordine, differiscono grandemente. Sia nel tempo sia nello spazio i membri che stanno più in basso in ogni classe cambiano generalmente meno di quelli che stanno più in alto; ma ci sono in entrambi i casi notevoli eccezioni alla regola. Con la mia teoria queste diverse relazioni attraverso il tempo e lo spazio possono essere comprese. Sia che guardiamo le forme di vita che sono cambiate in epoche successive nella stessa regione del mondo, sia quelle che sono cambiate dopo essere migrate in regioni lontane, in entrambi i casi le forme di ciascuna classe sono collegate dallo stesso legame della generazione ordinaria. E più stretti sono i legami di sangue che connettono due forme qualsiasi, più vicine saranno nello spazio e nel tempo: le leggi della variazione sono state le stesse in entrambi i casi e le modificazioni sono state accumulate dallo stesso potere della selezione naturale.

CAPITOLO XIII

AFFINITÀ RECIPROCHE FRA GLI ESSERI ORGANICI: MORFOLOGIA — EMBRIOLOGIA — ORGANI RUDIMENTALI

Classificazione, gruppi subordinati a gruppi — Sistema naturale — Regole e difficoltà della classificazione, spiegate con la teoria della discendenza con modificazione — Classificazione delle varietà — La discendenza sempre utilizzata nella classificazione — Caratteri analoghi o adattativi — Affinità, generali, complesse e a raggiera — L'estinzione separa e definisce i gruppi — MORFOLOGIA, tra membri della stessa classe, tra parti dello stesso individuo — EMBRIOLOGIA, leggi della, spiegate dalle variazioni che non sopraggiungono in giovane età e sono ereditate a un'età corrispondente — ORGANI RUDIMENTALI, spiegazione della loro origine — Riassunto

Fin dai primi albori della vita si osserva che tutti gli esseri organici somigliano gli uni agli altri in gradi discendenti, per cui possono essere classificati in gruppi subordinati ad altri gruppi. Questa classificazione evidentemente non è arbitraria come quella con cui raggruppiamo le stelle nelle costellazioni. L'esistenza dei gruppi avrebbe un significato semplice se un certo gruppo fosse adatto esclusivamente ad abitare la terra e un altro l'acqua, uno a cibarsi di carne e l'altro di materia vegetale e così via; ma in natura non è così, perché è un fatto noto che molto spesso perfino i membri dello stesso sottogruppo hanno abitudini diverse. Nel secondo e nel quarto capitolo, sulla variazione e la selezione naturale, ho cercato di mostrare che le specie che variano di più sono quelle che sono molto diffuse e comuni, cioè le specie dominanti appartenenti ai generi più grandi. Le varietà o specie incipienti così prodotte si convertono infine, io credo, in specie nuove e distinte che, secondo il principio dell'eredità, tendono a produrre altre specie nuove e dominanti. Di conseguenza, i gruppi che ora sono grandi e comprendono generalmente molte specie dominanti, tendono a continuare ad accrescere indefinitamente le loro dimensioni. Ho cercato inoltre di mostrare che, poiché i discendenti di ogni specie soggetti a variazione cercano di occupare quanti più posti diversi è possibile nell'economia della natura, c'è una tendenza costante nei loro caratteri a divergere. Questa conclusione è stata avvalorata dalla considerazione della grande diversità delle forme di vita che, in qualsiasi piccola area, entrano in una competizione più diretta e dall'osservazione di alcuni fatti relativi alla naturalizzazione.

Ho cercato anche di mostrare che c'è una tendenza costante, nelle forme che aumentano di numero e divergono nel carattere, a soppiantare e sterminare le forme precedenti, meno divergenti e meno migliorate. Prego il lettore di riguardare il diagramma che illustra l'azione, già spiegata, di questi diversi principi: vedrà allora che il risultato inevitabile è che i discendenti modificati che derivano da un progenitore si dividono in gruppi subordinati a gruppi. Nel diagramma ogni lettera posta sulla linea più in alto può rappresentare un genere che comprende diverse specie, mentre tutti i generi su quella linea formano insieme una classe, perché tutti sono discesi da un antico ma invisibile progenitore e, di conseguenza, hanno ereditato qualcosa in comune. Ma, secondo questo stesso principio, i tre generi sul lato sinistro hanno molto in comune e formano una sottofamiglia distinta da quella che comprende i due generi successivi verso destra, che hanno cominciato a divergere dal progenitore comune nel quinto stadio della discendenza. Anche questi cinque generi hanno molto (ma un poco meno) in comune: essi formano una famiglia distinta da quella che comprende i tre generi ancora più a destra, che hanno cominciato a divergere in un periodo ancora precedente. E tutti questi generi, discesi da (A), formano un ordine distinto da quello dei generi discesi da (I). Qui abbiamo, dunque, molte specie discese da un singolo progenitore raggruppate in generi, e i generi sono compresi in — o subordinati a — sottofamiglie, famiglie e ordini, tutti uniti in una classe. Così si spiega pienamente, a mio giudizio, il grande fatto della storia naturale per cui un gruppo è subordinato a un altro gruppo; un fatto che, data la sua ordinarietà, non sempre ci colpisce come dovrebbe.

I naturalisti cercano di sistemare le specie, i generi e le famiglie di ogni classe secondo quello che viene chiamato il [sistema naturale](#). Ma che cosa si intende con questa espressione? Alcuni autori considerano il sistema semplicemente come uno schema per organizzare insieme gli esseri viventi che si somigliano di più e separare quelli che si somigliano meno. Oppure come un mezzo artificiale per enunciare, nel modo più breve possibile, proposizioni di carattere generale, come per esempio indicare con una singola frase i caratteri comuni a tutti i mammiferi, con un'altra quelli comuni a tutti i carnivori, con un'altra quelli comuni al genere cane e poi, con l'aggiunta di un'altra sola frase, descrivere esaustivamente ogni razza di cane. L'ingegnosità e l'utilità di questo sistema sono fuori discussione. Molti naturalisti, però, pensano che per sistema naturale s'intenda qualche cosa di più: essi credono, cioè, che il sistema riveli il piano del Creatore. Tuttavia, a meno che non si precisi se con il piano del Creatore s'intenda un ordine nel tempo oppure nello spazio, o che cos'altro, mi sembra che con ciò non si aggiunga nulla alla nostra conoscenza. Espressioni come

quella famosa di [Linneo](#), che spesso ritroviamo in forma più o meno dissimulata, secondo cui i caratteri non fanno il genere ma il genere dà i caratteri, sembrano suggerire che le nostre classificazioni hanno a che fare con qualcosa in più della semplice somiglianza. In effetti io credo che ci sia qualcosa in più: la prossimità nella discendenza — l'unica causa nota della somiglianza tra gli esseri organici — è il legame, nascosto da vari gradi di modificazione, che ci viene parzialmente svelato dalle nostre classificazioni.

Consideriamo ora le regole seguite nella classificazione e le difficoltà in cui ci si imbatte se crediamo che essa ci mostri qualche sconosciuto piano di creazione o sia semplicemente uno schema per enunciare delle proposizioni generali e mettere insieme le forme che si somigliano di più. Si potrebbe pensare (e nei tempi antichi si pensava) che le parti della struttura che determinano le abitudini di vita e il posto complessivo che ogni essere occupa nell'economia della natura abbiano un'importanza fondamentale per la classificazione. Non c'è niente di più falso. Nessuno attribuisce qualche importanza alla somiglianza esterna tra un topo e un toporagno, tra un [dugongo](#) e una balena, tra una balena e un pesce. Tali somiglianze, per quanto siano intimamente collegate all'intera vita di quegli esseri, sono considerate soltanto come «caratteri adattativi o analoghi»; ma su quelle somiglianze dovremo tornare. Si potrebbe anche dare come regola generale quella per cui quanto meno una parte dell'organizzazione concerne delle abitudini particolari, tanto più essa risulterà importante per la classificazione. Per esempio Owen, parlando del dugongo, dice: «Poiché fra tutti gli organi quelli della generazione sono quelli meno collegati alle abitudini e all'alimentazione di un animale, io li ho sempre considerati come quelli che ci danno indicazioni molto chiare sulle sue vere affinità. Nel considerare le modificazioni di questi organi, avremo pochissime possibilità di scambiare un carattere semplicemente adattativo per un carattere essenziale». Lo stesso vale anche per le piante: è davvero notevole che gli organi vegetativi, da cui dipende tutta la loro vita, abbiano un significato limitato se non per le prime grandi divisioni, mentre gli organi della riproduzione — con il loro prodotto, il seme — hanno un'importanza suprema!

Nel classificare, dunque, non dobbiamo affidarci alle somiglianze tra le parti dell'organizzazione, quale che sia la loro importanza per la prosperità dell'essere in relazione al mondo esterno. Forse deriva da qui il fatto che quasi tutti i naturalisti sottolineano con maggiore enfasi le somiglianze tra gli organi di grande importanza vitale o fisiologica. Senza dubbio la concezione che attribuisce importanza per la classificazione agli organi di fatto importanti è generalmente attendibile, ma certo non lo è sempre. La loro importanza per la

classificazione, credo, dipende piuttosto dalla loro più costante presenza tra grandi gruppi di specie; e questa costanza dipende dal fatto che tali organi sono stati generalmente soggetti a cambiamenti più contenuti nel corso dell'adattamento delle specie alle loro condizioni di vita. A dimostrare come la mera importanza fisiologica di un organo non determini il suo valore al fine della classificazione, basta quasi il solo fatto che, nei gruppi affini in cui abbiamo ragione di ritenere che lo stesso organo abbia quasi lo stesso valore fisiologico, il suo valore per la classificazione varia ampiamente. Ogni naturalista che abbia lavorato su un qualunque gruppo deve essere rimasto colpito da questo fatto, pienamente riconosciuto negli scritti di quasi tutti gli autori. Sarà sufficiente citare la massima autorità, Robert Brown, che parlando di certi organi delle Proteacee dice che la loro importanza generale, «al pari di quella di tutte le loro parti, è molto diseguale non solo in questa ma, temo, in ogni famiglia naturale, e in alcuni casi sembra assolutamente nulla». Ancora, in un'altra opera egli afferma che i generi delle connaracee «differiscono per avere uno o più ovari, per la presenza o assenza di albume, per l'estivazione imbricata o valvolare. Uno qualsiasi di questi caratteri, preso da solo, ha spesso un'importanza che va anche oltre quella del genere, ma anche considerandoli tutti insieme sembrano qui insufficienti a separare uno *Cnestis* da un *Connarus*». Per fare un esempio tra gli insetti: in una grande divisione degli imenotteri, come ha notato Westwood, le antenne hanno la struttura più costante; in un'altra divisione, esse sono molto diverse e le differenze hanno un valore perlopiù subordinato nella classificazione; eppure nessuno probabilmente dirà che, in queste due divisioni dello stesso ordine, le antenne hanno un'importanza fisiologica diseguale. Si potrebbero portare quanti esempi si vogliono dell'importanza variabile, ai fini della classificazione, che uno stesso organo importante può avere dentro il medesimo gruppo di esseri.

Di nuovo, nessuno dirà che gli organi rudimentali o atrofizzati hanno grande importanza fisiologica o vitale; eppure, indubbiamente, gli organi in quella condizione hanno spesso un valore notevole ai fini della classificazione. Nessuno negherà che i denti rudimentali nelle mandibole superiori dei giovani ruminanti, e certe ossa rudimentali delle zampe, sono molto utili per mostrare la stretta affinità tra ruminanti e pachidermi. Robert Brown ha insistito con forza sul fatto che i flosculi rudimentali sono della massima importanza per la classificazione delle graminacee.

Si potrebbero fare numerosi esempi di caratteri derivati da parti che devono essere considerate di importanza fisiologica minima, ma che, come universalmente riconosciuto, sono molto utili per la definizione di interi gruppi. Tra questi caratteri, per esempio, possiamo citare la

presenza o meno di un passaggio aperto tra le narici e la bocca (l'unico carattere che, secondo Owen, distingue pesci e rettili); la flessione dell'angolo delle mascelle nei marsupiali; il modo in cui si piegano le ali degli insetti; il semplice colore di certe alghe; la semplice pubescenza in alcune parti del fiore delle graminacee; la natura del rivestimento cutaneo (pelo o penne) nei vertebrati. Se l'[ornitorinco](#) fosse coperto di penne anziché avere il pelo, penso che questo carattere esterno e di poca rilevanza sarebbe considerato dai naturalisti come un importante aiuto per determinare il grado di affinità di questa strana creatura con gli uccelli e con i rettili, al pari di un'affinità nella struttura di qualunque organo interno importante.

L'importanza per la classificazione dei caratteri insignificanti dipende principalmente dal fatto che sono correlati con diversi altri caratteri, più o meno importanti. In verità, il valore di un insieme di caratteri è ben evidente nella storia naturale. Come è stato spesso notato, una specie può allontanarsi dalle specie affini per diversi caratteri, importanti dal punto di vista fisiologico e generalmente prevalenti ai fini della distinzione, eppure non lasciarci dubbi su dove dovremmo collocarla. Così, ancora, si è trovato che una classificazione fondata su un solo carattere, per quanto importante, fallisce sempre, perché nessuna parte dell'organizzazione è universalmente costante. L'importanza di un insieme di caratteri, anche quando nessuno di essi è singolarmente importante, spiega da sola, credo, quel detto di [Linneo](#) secondo cui i caratteri non fanno il genere, ma il genere dà i caratteri: il detto sembra rinviare a un apprezzamento di tanti punti di somiglianza insignificanti, che sono troppo sottili per poter essere definiti. Certe piante appartenenti alle [malpighiacee](#) hanno sia fiori perfetti sia fiori degradati; in questi ultimi, ha notato A. de [Jussieu](#), «la maggior parte dei caratteri propri della specie, del genere, della famiglia e della classe spariscono e, quindi, se la ridono della nostra classificazione». Ma quando l'[Aspicarpa](#), per diversi anni, produsse in Francia solo fiori degradati, allontanandosi in modo così sorprendente in alcuni tra i più importanti punti di struttura dal tipo proprio dell'ordine, il signor [Richard](#) comprese tuttavia — come osserva [Jussieu](#) — che questo genere andava comunque ancora classificato tra le [malpighiacee](#). Questo caso mi sembra che dimostri bene lo spirito con cui talvolta le nostre classificazioni sono di necessità fondate.

In pratica, quando i naturalisti sono al lavoro, non si preoccupano troppo del valore fisiologico dei caratteri di cui si servono per definire un gruppo o collocare una particolare specie. Se trovano un carattere abbastanza costante, comune a un gran numero di forme e non comune ad altre, lo usano come carattere di alto valore; se è comune a un numero minore, lo usano come un carattere di valore subordinato. Alcuni naturalisti hanno asserito senza mezzi termini la verità di

questo principio, e nessuno lo ha fatto più chiaramente di Auguste [St Hilaire](#), l'eccellente botanico. Se certi caratteri si trovano sempre correlati ad altri, anche se non si riesce a scoprire un evidente legame di connessione tra essi, si attribuisce loro un valore particolare. Poiché in tanti gruppi di animali si osserva che organi importanti come quelli per pompare il sangue e per ossigenarlo, o per la propagazione della razza, sono quasi uniformi, essi vengono considerati di grande utilità per la classificazione; ma in alcuni gruppi di animali si osserva che tutti questi organi, i più importanti dal punto di vista vitale, offrono caratteri dal valore piuttosto subordinato.

Possiamo comprendere perché i caratteri desunti dall'embrione debbano avere un'importanza pari a quelli desunti dall'adulto se consideriamo che le nostre classificazioni, naturalmente, tengono conto di tutte le età di ogni specie. Ma non è per nulla ovvio, secondo la concezione comune, perché la struttura dell'embrione debba essere più importante per questo scopo di quella dell'adulto, che solo svolge un ruolo completo nell'economia della natura. Eppure alcuni grandi naturalisti, Milne Edwards e Agassiz, hanno insistito con forza che i caratteri dell'embrione sono i più importanti di tutti nella classificazione degli animali, e la verità di questa dottrina è stata riconosciuta quasi da tutti. Lo stesso vale per le piante che producono fiori, le cui due divisioni principali sono state fondate su caratteri derivati dall'embrione: sul numero e la posizione delle foglie dell'embrione, o cotiledoni, e sul modo di sviluppo della piumetta e della radichetta. Quando discuteremo dell'embriologia vedremo perché questi caratteri hanno un valore notevole, muovendo dalla concezione secondo cui la classificazione comprende implicitamente l'idea della discendenza.

Le nostre classificazioni sono spesso chiaramente influenzate dalle catene di affinità. Nulla è più facile che definire un certo numero di caratteri comuni a tutti gli uccelli, ma nel caso dei crostacei ciò è risultato finora impossibile. Ci sono crostacei alle estremità della serie che hanno a malapena un carattere in comune; eppure si può riconoscere che le specie che si trovano alle estremità, essendo collegate chiaramente alle altre, queste ad altre ancora e così via, appartengono inequivocabilmente a questa e a nessun'altra classe degli articolati.

La distribuzione geografica è stata usata spesso, forse in modo non del tutto logico, nella classificazione, specialmente quando si trattava di gruppi molto ampi di forme strettamente affini. [Temminck](#) insiste sull'utilità o addirittura la necessità di questa pratica con riferimento a certi gruppi di uccelli, e diversi entomologi e botanici l'hanno seguita.

Infine, per quanto riguarda il valore comparativo dei vari gruppi di

specie — ordini, sottordini, famiglie, sottofamiglie e generi — essi sembrano, almeno attualmente, quasi arbitrari. Diversi tra i migliori botanici, come il signor Bentham e altri, hanno insistito con forza sul loro valore arbitrario. Si potrebbero fare esempi tra le piante e gli insetti di un gruppo di forme che, prima classificato soltanto come genere da parte di provetti naturalisti, è stato poi sollevato al rango di sottofamiglia o di famiglia; e ciò non perché ulteriori ricerche abbiano individuato importanti differenze strutturali prima trascurate, ma perché sono state scoperte successivamente numerose specie affini, con gradi di differenze leggermente diversi.

Tutte le precedenti regole, gli strumenti di cui ci possiamo servire e le difficoltà che troviamo nella classificazione possono essere spiegati, se non m'inganno, con la concezione secondo la quale il [sistema naturale](#) è fondato sulla discendenza con modificazione; i caratteri che, secondo i naturalisti, mostrano la vera affinità tra due o più specie sono i caratteri ereditati da un progenitore comune e dunque, in questo senso, ogni vera classificazione è genealogica; il legame nascosto che i naturalisti hanno cercato inconsapevolmente è la comunità della discendenza, e non un qualche sconosciuto piano di creazione o l'enunciazione di proposizioni generali o il semplice mettere insieme e separare oggetti più o meno simili.

Ma devo spiegare più a fondo che cosa intendo dire. Io credo che la *disposizione* dei gruppi dentro ogni classe, nella dovuta subordinazione e relazione rispetto agli altri gruppi, per essere naturale debba essere strettamente genealogica; ma che la *quantità* delle differenze nei diversi rami o gruppi, per quanto abbiano lo stesso grado di affinità di sangue con il progenitore comune, possa differire grandemente per via dei diversi gradi di modificazione a cui sono stati soggetti, cosa che viene espressa ordinando le forme in differenti generi, famiglie, sezioni o ordini. Il lettore comprenderà meglio che cosa si intende se farà riferimento al diagramma del quarto capitolo. Supporremo che le lettere da A ad L rappresentino generi affini che sono vissuti durante il periodo siluriano e che sono discesi da una specie che esisteva in uno sconosciuto periodo anteriore. Alcune specie di tre di questi generi (A, F e I) hanno trasmesso discendenti modificati fino a oggi, rappresentati dai quindici generi (da a₁₄ a z₁₄) sulla linea orizzontale più alta. Ora, tutti questi discendenti modificati di una singola specie sono rappresentati come collegati dallo stesso grado di parentela; metaforicamente potremmo chiamarli tutti cugini dello stesso, milionesimo grado, eppure differiscono ampiamente e in gradi diversi l'uno dall'altro. Le forme discese da A, ora divise in due o tre famiglie, costituiscono un ordine distinto da quelle discese da I, pure divise in due famiglie. Né possiamo classificare le specie esistenti discese da A in uno stesso genere che comprenda anche il progenitore A; o quelle

discese da I con il progenitore I. Tuttavia, è possibile supporre che il genere attualmente esistente F₁₄ si sia modificato poco e che possa quindi essere classificato insieme con il genere progenitore F, proprio come un numero limitato di esseri organici ancora viventi appartengono ai generi siluriani. Così la quantità — o il valore — delle differenze tra esseri organici, tutti imparentati tra loro con lo stesso grado di consanguineità, è diventata molto varia. Nondimeno, la loro *disposizione* genealogica resta assolutamente vera, non solo oggi ma in ogni periodo successivo di discendenza. Tutti i discendenti modificati di A avranno ereditato qualche tratto comune dal loro comune progenitore, e lo stesso varrà per i discendenti di I e per ogni ramo subordinato di discendenti, in ogni periodo successivo. Se, tuttavia, decidiamo di supporre che alcuni dei discendenti di A o di I si siano modificati tanto da aver perso completamente ogni traccia della loro ascendenza, in questo caso i posti da essi occupati in una classificazione naturale risulteranno più o meno completamente perduti, come sembra essere accaduto a volte per alcuni organismi esistenti. Si suppone che tutti i discendenti del genere F, lungo tutta la loro linea di discendenza, si siano modificati poco e formino ancora un solo genere. Sebbene molto isolato, questo genere continuerà a occupare la propria posizione intermedia, perché F era originariamente intermedio per carattere tra A e I, e i diversi generi discesi da quei due avranno ereditato in qualche misura i loro caratteri. Questa disposizione naturale è illustrata nel diagramma, per quanto è possibile sulla carta, ma in una maniera di gran lunga troppo semplificata. Se non si fosse usato un diagramma con delle ramificazioni, e fossero stati scritti solo i nomi dei gruppi in una serie lineare, sarebbe stato ancora meno possibile dare una disposizione naturale; ed è notoriamente impossibile rappresentare in una serie, su una superficie piana, le affinità che scopriamo in natura tra gli esseri dello stesso gruppo. Così, secondo la concezione che sostengo, il [sistema naturale](#) è genealogico nella sua disposizione come un pedigree; ma i gradi di modificazione a cui i diversi gruppi sono stati soggetti devono essere espressi raggruppandoli sotto quelli che chiamiamo generi, sottofamiglie, famiglie, sezioni, ordini e classi diverse.

Può valere la pena illustrare questa concezione della classificazione prendendo il caso delle lingue. Se possedessimo un perfetto pedigree dell'umanità, una disposizione genealogica delle razze dell'uomo consentirebbe la migliore classificazione delle lingue ora parlate in tutto il mondo. E se dovessero esservi incluse tutte le lingue estinte e tutti i dialetti intermedi e soggetti a lenti cambiamenti, questa disposizione sarebbe, credo, l'unica possibile. Tuttavia può darsi che alcune lingue molto antiche siano cambiate poco e abbiano generato

poche nuove lingue, mentre altre (per via della diffusione, dell'isolamento e degli stati di civilizzazione successivi delle diverse razze, discese da una razza comune) siano cambiate molto e abbiano dato origine a molte nuove lingue e dialetti. I diversi gradi di differenza tra le lingue provenienti dallo stesso ceppo dovranno essere espressi con gruppi subordinati a gruppi; ma la disposizione appropriata, o anche la sola possibile, continuerebbe a essere quella genealogica; e ciò sarebbe intrinsecamente naturale, perché collegherebbe tutte le lingue, estinte e moderne, mediante le affinità più strette, e ci presenterebbe la filiazione e l'origine di ogni idioma.

A conferma di questa concezione, diamo uno sguardo alla classificazione delle varietà che si sa o si ritiene siano discese da un'unica specie. Esse sono raggruppate sotto le specie, con le sottovarietà disposte sotto le varietà; e, quando si tratta di produzioni domestiche, sono richiesti diversi altri gradi di differenza, come abbiamo visto nel caso dei colombi. L'origine dell'esistenza di gruppi subordinati a gruppi è la stessa nel caso delle varietà come delle specie: vale a dire, la vicinanza nella discendenza con diversi gradi di modificazione. Nel classificare le varietà si seguono all'incirca le stesse regole che si seguono per classificare le specie. Alcuni autori hanno insistito sulla necessità di classificare le varietà secondo un [sistema naturale](#) anziché artificiale. Ci viene sconsigliato, per esempio, di classificare insieme due varietà di ananas soltanto perché capita che il loro frutto, che pure è la parte più importante, sia quasi identico; nessuno mette insieme la rapa comune e quella svedese, anche se i loro fusti commestibili e ingrossati sono tanto simili. Per classificare le varietà si usa qualunque parte che risulti la più costante: così Marshall, grande esperto di agricoltura, afferma che per i bovini le corna sono assai utili a questo scopo, essendo meno variabili della forma o del colore del corpo ecc., mentre per gli ovini le corna risultano molto meno utili, in quanto meno costanti. Nel classificare le varietà ritengo che, se disponessimo di un vero pedigree, una classificazione genealogica sarebbe universalmente preferita, e alcuni autori hanno provato a farla. Perché potremmo star certi che (indipendentemente dal grado maggiore o minore di modificazione) il principio dell'eredità terrebbe insieme le forme collegate mediante il maggior numero possibile di punti. Nel caso del colombo capitombolante, sebbene alcune sottovarietà differiscano dalle altre per l'importante carattere di avere un becco più lungo, vengono tutte raggruppate insieme per via della loro comune abitudine di capitombolare. Ma la razza a muso corto ha perso del tutto o quasi questa abitudine e nondimeno, senza ragionare o riflettere più di tanto sulla questione, anche questi capitombolanti sono tenuti nello stesso gruppo, perché sono affini per sangue e simili per qualche altro

aspetto. Se si dimostrasse che l'ottentotto è disceso dal negro, credo che sarebbe classificato nel gruppo del negro, per quanto possa differire dai negri per il colore e per altri caratteri importanti.

Nel caso delle specie allo stato di natura, ogni naturalista di fatto incorpora la discendenza nella classificazione perché nel grado più basso, quello della specie, include i due sessi, e qualunque naturalista sa bene che la differenza tra i sessi, anche per i caratteri più importanti, è talvolta enorme. È difficile trovare anche solo un singolo carattere che accomuni i maschi e gli ermafroditi adulti di certi cirripedi, eppure nessuno si sogna di separarli. Il naturalista include in una sola specie i diversi stadi larvali dello stesso individuo, per quanto possano essere diversi tra loro e dall'adulto; così come include le cosiddette generazioni alternanti di Steenstrup, che possono essere considerate come un medesimo individuo solo in un senso tecnico. Il naturalista include insieme i mostri e così le varietà, e non solo perché somigliano da vicino alla loro forma progenitrice, ma perché discendono da essa. Chi crede che la [primula](#) odorosa sia discesa dalla primula, o viceversa, le classifica insieme come un'unica specie e ne dà una sola definizione. Appena si imparò che tre forme delle orchidee ([Monocanthus](#), [Myanthus](#) e [Catasetum](#)), prima classificate come tre generi distinti, qualche volta possono essere prodotte sullo stesso stelo, esse furono immediatamente incluse in una sola specie. Ma, ci si può chiedere, che cosa dovremmo fare se scoprissimo che una specie di canguro, attraverso un lungo processo di modificazione, è stata prodotta da un orso? Dovremmo classificare questa specie insieme con gli orsi? E che cosa dovremmo fare con le altre specie? Tale supposizione è naturalmente assurda, e potrei rispondere con un *argumentum ad hominem* e chiedere: che cosa dovremmo fare se vedessimo un perfetto canguro venir fuori dal grembo di un'orsa? Ogni analogia ci indurrebbe a classificarlo con gli orsi; e poi, sicuramente, tutte le altre specie della famiglia dei canguri dovrebbero essere classificate nel genere degli orsi. Ma tutto ciò è assurdo, perché dove c'è stata una stretta discendenza comune vi sarà certamente una stretta somiglianza o affinità.

Così come la discendenza è stata utilizzata universalmente per classificare insieme gli individui della stessa specie — anche se maschi, femmine e larve sono talvolta estremamente diversi — ed è stata usata per classificare le varietà che hanno subito una certa quantità, a volte notevole, di modificazione, non si può forse ritenere che questo stesso elemento della discendenza sia stato utilizzato inconsapevolmente per raggruppare le specie nei generi e i generi nei gruppi più alti, anche se in questi casi il grado della modificazione è stato maggiore e ha richiesto più tempo per completarsi? Io credo che la discendenza sia stata usata proprio in questo modo, e solo così

posso comprendere le diverse regole e istruzioni seguite dai nostri migliori sistematici. Non disponiamo di alberi genealogici scritti: per ricostruire la discendenza comune, dobbiamo basarci su ogni tipo di somiglianze. Perciò abbiamo scelto i caratteri che, per quanto possiamo giudicare, è meno probabile che siano stati modificati in relazione alle condizioni di vita a cui ogni specie è stata esposta recentemente. Le strutture rudimentali, da questo punto di vista, sono altrettanto valide o talvolta forse ancora più valide di altre parti dell'organizzazione. Non ci preoccupiamo di quanto è insignificante un carattere — che sia la semplice flessione nell'angolo della mascella, la maniera in cui si piega l'ala di un insetto, la pelle ricoperta di pelo o di penne: se si presenta in tante specie diverse, soprattutto con abitudini di vita molto differenti, esso assume un alto valore, perché possiamo spiegare la sua presenza in tante forme con abitudini tanto diverse soltanto assumendo che sia stato ereditato da un progenitore comune. A questo riguardo possiamo sbagliarci quando ci riferiamo a singoli punti della struttura; ma quando diversi caratteri, per quanto insignificanti, si presentano insieme in un ampio gruppo di esseri con abitudini diverse, possiamo essere quasi sicuri, sulla base della teoria della discendenza, che quei caratteri sono stati ereditati da un antenato comune. E sappiamo che questi caratteri correlati o aggregati hanno un valore speciale ai fini della classificazione.

Possiamo comprendere perché una specie o un gruppo di specie possono discostarsi, per alcune delle caratteristiche più importanti, dalle specie affini e tuttavia essere classificate con sicurezza insieme a esse. Lo possiamo fare tranquillamente, e spesso lo facciamo, nella misura in cui un numero sufficiente di caratteri, per quanto poco importanti, rivela il legame nascosto della discendenza comune. Se due forme non hanno un solo carattere in comune, eppure sono collegate da una catena di gruppi intermedi, possiamo inferire senz'altro la loro discendenza comune e collocarle tutte nella stessa classe. Poiché osserviamo che gli organi molto importanti dal punto di vista fisiologico — quelli che servono a conservare la vita nelle condizioni di esistenza più diverse — sono generalmente i più costanti, attribuiamo loro un significato particolare; ma se si scopre che, in un altro gruppo o sezione di un gruppo, quegli stessi organi differiscono molto, immediatamente diamo loro meno valore ai fini della nostra classificazione. Vedremo in seguito chiaramente, credo, perché i caratteri embriologici hanno tanta importanza per la classificazione. A volte per classificare generi grandi e ampiamente distribuiti si può ricorrere utilmente alla distribuzione geografica, perché con ogni probabilità tutte le specie dello stesso genere, anche se abitano regioni distinte e isolate, sono discese dagli stessi progenitori.

Sulla base di queste concezioni possiamo comprendere l'importante distinzione tra le affinità reali e le somiglianze basate sull'analogia o l'adattamento. [Lamarck](#) ha richiamato per primo l'attenzione su questa distinzione ed è stato seguito abilmente da Macleay e da altri. La somiglianza nella forma del corpo e negli arti anteriori pinnati tra il [dugongo](#) — che è un pachiderma — e la balena, e tra questi mammiferi e i pesci, è analogica. Tra gli insetti ci sono innumerevoli esempi di queste somiglianze: così Linneo, ingannato dalle apparenze esteriori, ha classificato un insetto degli omotteri tra le falene. A volte vediamo qualcosa del genere anche nelle nostre varietà domestiche, come nei fusti ingrossati della rapa comune e di quella svedese. La somiglianza tra il levriero e il cavallo da corsa non è molto più fantasiosa delle analogie che alcuni autori hanno stabilito tra animali molto diversi. Se si adotta la mia concezione per cui i caratteri hanno reale importanza per la classificazione solo in quanto rivelano la discendenza, possiamo comprendere chiaramente perché i caratteri analogici o adattativi, pur essendo della massima importanza per la prosperità di un essere, non hanno praticamente valore per il sistematico. Animali che appartengono a due linee di discendenza ben distinte possono infatti facilmente adattarsi a condizioni diverse e, dunque, assumere una stretta somiglianza esterna; ma quelle somiglianze non rivelano le loro relazioni di sangue con le rispettive linee di discendenza, anzi tendono semmai a nasconderle. Possiamo anche comprendere l'apparente paradosso per cui gli stessi, identici caratteri sono analogici quando una classe o un ordine è paragonato con un altro, mentre ci rivelano delle vere affinità quando si confrontano l'uno con l'altro i membri della stessa classe o ordine. Così la forma del corpo e gli arti pinnati sono soltanto analogici quando si confrontano le balene con i pesci, trattandosi per entrambe le classi di adattamenti al nuoto nell'acqua; ma la stessa forma del corpo e gli arti pinnati sono caratteri che dimostrano l'autentica affinità tra i diversi membri della famiglia delle balene, perché questi cetacei condividono così tanti caratteri, grandi e piccoli, che non possiamo dubitare che abbiano ereditato la forma complessiva del corpo e la struttura degli arti da un antenato comune. Lo stesso vale per i pesci.

Dato che gli appartenenti a classi distinte si sono spesso adattati con successive, lievi modificazioni a vivere in circostanze piuttosto simili — per esempio, per abitare i tre elementi: terra, aria e acqua — possiamo forse comprendere perché talvolta si è osservato un parallelismo nel numero dei sottogruppi in classi distinte. Colpito da un parallelismo di questo tipo in una certa classe, un naturalista — innalzando o abbassando arbitrariamente il valore dei gruppi in altre classi (e tutta la nostra esperienza mostra che questo tipo di

valutazione è stata finora arbitraria) — potrebbe facilmente estendere tale parallelismo su ampia scala; in questo modo, probabilmente, sono nate le classificazioni settenarie, quinarie, quaternarie e ternarie.

Poiché i discendenti delle specie dominanti, che appartengono ai generi più grandi, tendono a ereditare i vantaggi che hanno reso grandi i gruppi a cui appartengono e dominanti i loro progenitori, è quasi certo che si diffonderanno ampiamente e conquisteranno sempre più posti nell'economia della natura. I gruppi più grandi e più dominanti, dunque, tendono a continuare ad aumentare di dimensioni e, dunque, soppiantano molti gruppi più piccoli e più deboli. Possiamo così spiegare il fatto che tutti gli organismi, recenti ed estinti, sono compresi in pochi grandi ordini, in un numero di classi ancora minore e tutti in un grande [sistema naturale](#). A dimostrazione dell'esiguità del numero dei gruppi più grandi e della vastità della loro diffusione in tutto il mondo, è impressionante il fatto che la scoperta dell'Australia non ha aggiunto un solo insetto appartenente a un nuovo ordine e, per quanto riguarda il regno vegetale, come apprendo dal dottor Hooker, ha aggiunto soltanto due o tre ordini di dimensioni modeste.

Nel capitolo sulla successione geologica ho cercato di mostrare, sulla base del principio per cui ogni gruppo è stato soggetto generalmente a una notevole divergenza di caratteri durante il prolungato processo di modificazione, perché le forme di vita più antiche presentano spesso caratteri in piccolo grado intermedi tra i gruppi esistenti. Poiché da alcune forme progenitrici antiche e intermedie si sono occasionalmente originati discendenti poco modificati che sono giunti fino a oggi, ciò darà luogo ai gruppi cosiddetti osculanti o [aberranti](#). Più una forma è aberrante, più grande deve essere il numero delle forme di collegamento che, secondo la mia teoria, sono state sterminate e sono andate del tutto perdute. Abbiamo delle prove che le forme aberranti hanno subito pesanti estinzioni, in quanto sono rappresentate in genere da pochissime specie; e queste specie sono perlopiù ben distinte l'una dall'altra, altra cosa che richiama gli effetti dell'estinzione. I generi dell'[ornitorinco](#) e del [Lepidosiren](#), per esempio, non sarebbero meno aberranti se ciascuno di essi fosse rappresentato da una dozzina di specie anziché da una sola; ma, come ho constatato dopo alcune indagini, la ricchezza di specie non è propria della maggior parte dei generi aberranti. Possiamo spiegare il fatto, io credo, soltanto se consideriamo le forme aberranti come gruppi in declino conquistati da competitori di maggior successo, delle quali si sono conservati pochi membri per qualche insolita concomitanza di circostanze favorevoli.

Il signor Waterhouse ha osservato che, quando un gruppo di animali mostra un'affinità con qualche gruppo ben distinto, tale affinità si

trova nella maggior parte dei casi al livello del genere e non della specie. Così, secondo il signor Waterhouse, tra tutti i roditori la **viscaccia** è il più vicino ai marsupiali, ma nei punti in cui si avvicina a questo ordine le relazioni sono al livello del genere e non si riferiscono a una specie di marsupiali piuttosto che a un'altra. Poiché si ritiene che i punti di affinità tra la viscaccia e i marsupiali siano reali e non solo adattativi, secondo la mia teoria essi sono dovuti all'eredità comune. Dobbiamo dunque supporre o che tutti i roditori, compresa la viscaccia, si siano diramati da qualche marsupiale molto antico, che avrà avuto un carattere in qualche misura intermedio rispetto a tutti i marsupiali esistenti, oppure che sia i roditori sia i marsupiali si siano diramati da un comune progenitore e che da allora entrambi i gruppi siano stati soggetti a numerose modificazioni in direzioni divergenti. In entrambi i casi possiamo supporre che la viscaccia abbia conservato per eredità qualcosa del carattere del suo progenitore più di quanto abbiano fatto gli altri roditori; di conseguenza essa non sarà collegata a nessun marsupiale esistente, ma indirettamente a tutti o quasi i marsupiali, per aver conservato parzialmente il carattere del loro progenitore comune o di un antico membro del gruppo. D'altra parte, tra tutti i marsupiali, come ha notato il signor Waterhouse, il *Phascolomys* è quello che assomiglia maggiormente non a una specie particolare di roditori, ma all'intero ordine in generale. In questo caso, tuttavia, ci sono forti motivi per sospettare che la somiglianza sia soltanto analogica, dovuta al fatto che il *Phascolomys* si è adattato ad abitudini simili a quelle di un roditore. De Candolle il vecchio ha fatto osservazioni simili circa la natura generale delle affinità tra ordini distinti di piante.

In base al principio della moltiplicazione e graduale **divergenza dei caratteri** delle specie discese da un progenitore comune e al fatto che esse conservano per eredità alcuni caratteri condivisi, possiamo comprendere le affinità estremamente complesse e a raggiera con cui tutti i membri della stessa famiglia o di gruppo più alto sono collegati tra loro. Il progenitore comune di un'intera famiglia di specie, ora divisa dall'estinzione in gruppi e sottogruppi distinti, avrà infatti trasmesso a tutti alcuni suoi caratteri, modificati in vari modi e misure; e le diverse specie saranno perciò collegate le une alle altre da linee di affinità tortuose e di varia lunghezza (come si può vedere nel diagramma a cui abbiamo fatto più volte riferimento), che risalgono attraverso molti predecessori. Come è difficile mostrare le relazioni di sangue tra i numerosi congiunti di un'antica famiglia nobile anche con l'aiuto di un albero genealogico — ed è quasi impossibile senza —, così possiamo comprendere la difficoltà straordinaria che i naturalisti hanno incontrato nel descrivere, senza l'aiuto di un diagramma, le diverse affinità osservate tra molti membri viventi ed estinti della

stessa grande classe naturale.

L'estinzione, come abbiamo visto nel quarto capitolo, ha svolto un ruolo importante nel definire e allargare gli intervalli tra i diversi gruppi di ogni classe. Possiamo così spiegare anche il carattere distintivo di intere classi l'una rispetto all'altra — per esempio, degli uccelli rispetto a tutti gli altri vertebrati — nella convinzione che sono andate del tutto perdute molte forme di vita antiche, mediante le quali i primi progenitori degli uccelli erano un tempo collegati ai primi progenitori di altre classi di vertebrati. Le forme di vita che un tempo collegavano i pesci e i batraci hanno conosciuto un'estinzione meno completa. Ancora più limitata è stata quella che ha colpito alcune altre classi, come quella dei crostacei, perché in quel caso alcune forme straordinariamente diverse sono ancora legate da una lunga ma interrotta catena di affinità. L'estinzione ha separato i gruppi, ma non li ha generati; se infatti riapparissero improvvisamente tutte le forme che sono mai vissute su questa terra, anche se sarebbe impossibile dare delle definizioni con cui distinguere ogni gruppo dagli altri (dato che tra gli uni e gli altri ci sarebbero soltanto dei passaggi impercettibili come quelli tra le più fini varietà esistenti), sarebbe comunque possibile elaborarne una classificazione naturale, o almeno una disposizione naturale. Ce ne rendiamo conto se guardiamo il diagramma: si supponga che le lettere da A a L rappresentino undici generi del periodo siluriano, alcuni dei quali hanno prodotto grandi gruppi di discendenti modificati. Possiamo supporre che viva ancora ogni anello intermedio tra questi undici generi e il loro progenitore primordiale, come pure ogni anello intermedio di ogni ramo o sottoramo dei loro discendenti, e che gli anelli siano sottili come quelli tra le varietà più fini. In questo caso sarebbe sostanzialmente impossibile dare una qualsiasi definizione con cui distinguere i diversi membri dei diversi gruppi dai loro progenitori più immediati, come pure quei progenitori dai loro progenitori antichi e sconosciuti. Eppure la disposizione naturale offerta dal diagramma varrebbe ancora e, secondo il principio dell'eredità, tutte le forme discese da A, oppure da I, avrebbero qualcosa in comune. In un albero possiamo individuare questo o quel ramo, anche se nel punto di biforcazione essi vengono a unirsi e a confondersi. Come ho detto, non potremmo definire i diversi gruppi, ma potremmo scegliere alcuni tipi o forme che rappresentano la maggior parte dei caratteri di ogni gruppo, grande o piccolo che sia, e così dare un'idea generale del valore delle differenze che li distinguono. Questo è ciò a cui dovremmo tendere se riuscissimo mai a raccogliere tutte le forme di ogni classe che sono esistite ovunque nel tempo e nello spazio. Certamente non potremo mai realizzare una collezione così perfetta; ma per alcune classi ci stiamo muovendo in questa direzione e Milne Edwards, in un brillante

saggio, ha insistito di recente sulla grande importanza di guardare ai tipi, anche se possiamo non essere in grado di separare e definire i gruppi ai quali questi tipi appartengono.

Infine abbiamo visto che la selezione naturale, che scaturisce dalla lotta per l'esistenza e che quasi inevitabilmente provoca estinzione e divergenza dei caratteri nei molti discendenti di una specie progenitrice dominante, spiega la grande e universale proprietà delle affinità tra tutti gli esseri organici, vale a dire la subordinazione di un gruppo all'altro. Usiamo l'elemento della discendenza per classificare in una sola specie gli individui di entrambi i sessi e di tutte le età, che pure hanno pochi caratteri in comune; usiamo la discendenza per classificare le varietà note, per quanto diverse possano essere dal loro progenitore; e io credo che questo elemento della discendenza sia il legame nascosto che i naturalisti hanno cercato di indicare con l'espressione «[sistema naturale](#)». Se adottiamo l'idea per cui il sistema naturale, nella misura in cui possiamo formularlo in modo perfetto, è genealogico nella sua disposizione e i gradi di differenza tra i discendenti da un progenitore comune sono espressi con i termini di genere, famiglia, ordine ecc., allora possiamo comprendere le regole che siamo costretti a seguire nelle nostre classificazioni. Possiamo capire perché apprezziamo alcune somiglianze molto più di altre; perché possiamo usare gli organi rudimentali e inutili o altri di importanza fisiologica trascurabile; perché confrontando un gruppo con un altro da esso distinto rigettiamo sbrigativamente i caratteri analogici o adattativi, e tuttavia usiamo questi stessi caratteri dentro i limiti di uno stesso gruppo. Possiamo vedere chiaramente come mai tutte le forme esistenti ed estinte possono essere raggruppate insieme in un unico grande sistema, e come mai diversi membri di ogni classe sono collegati da linee di affinità molto complesse e distribuite a raggiera. Probabilmente non sbroglieremo mai l'inestricabile trama delle affinità tra i membri di una qualsiasi classe ma, se perseguiamo un obiettivo chiaro e non contiamo su qualche ignoto piano di creazione, possiamo sperare di compiere qualche sicuro seppur lento progresso.

Morfologia — Abbiamo visto che i membri della stessa classe, indipendentemente dalle loro abitudini di vita, si somigliano nel piano generale della loro organizzazione. Questa somiglianza viene spesso indicata con l'espressione «[unità di tipo](#)», oppure dicendo che le parti e gli organi delle diverse specie della classe sono omologhe. L'argomento è complessivamente indicato con il nome generale di morfologia. Questo è il settore più interessante della storia naturale e si può dire che ne è l'anima stessa. Che cosa può esserci di più curioso

che constatare che la mano dell'uomo (fatta per afferrare), quella di una talpa (fatta per scavare), la zampa del cavallo, la pinna della focena e l'ala del pipistrello sono tutte costruite sullo stesso modello e comprendono le stesse ossa, nelle stesse posizioni relative? Geoffroy St Hilaire ha insistito con forza sulla grande importanza della connessione relativa negli organi omologhi: le parti possono cambiare per forma e dimensioni quasi in ogni grado, eppure rimangono sempre collegate tra loro nello stesso ordine. Per esempio, non troviamo mai trasposte le ossa del braccio con quelle dell'avambraccio, o quelle della coscia con quelle della zampa. Così possiamo dare lo stesso nome alle ossa omologhe di animali molto diversi. Osserviamo la stessa grande legge nella costruzione della bocca degli insetti: che cosa può esserci di più diverso tra la lunghissima proboscide a spirale della farfalla sfinge, la spirale curiosamente ripiegata di un'ape o di una cimice e le grandi mandibole di un coleottero? Eppure tutti questi organi, che servono a scopi tanto diversi, si sono formati attraverso modificazioni infinitamente numerose di un labbro superiore, delle mandibole e di due paia di mascelle. Leggi analoghe governano la struttura della bocca e degli arti dei crostacei. E lo stesso vale anche per i fiori delle piante.

Non vi è esercizio più disperato di quello con cui si tenta di spiegare questa somiglianza di tipo fra i membri della stessa classe ricorrendo all'utilità o alla dottrina delle cause finali. Il carattere disperato di tale tentativo è stato riconosciuto esplicitamente da Owen nel suo interessantissimo lavoro sulla *Natura degli arti*. Secondo la concezione comune della creazione indipendente di ogni essere possiamo soltanto dire che è così: che così è piaciuto al Creatore costruire ogni animale e ogni pianta.

Stando alla teoria della selezione naturale di lievi modificazioni successive, la spiegazione è invece chiara, perché ogni modificazione risulta in qualche modo vantaggiosa per la forma modificata, ma spesso interessa, per via della correlazione dello sviluppo, anche altre parti dell'organizzazione. Nei cambiamenti di questa natura ci sarà ben poca tendenza, o magari nessuna, a modificare il modello originario o a trasporre le parti. Le ossa di un arto potranno essere accorciate e allargate in qualsiasi misura, e restare gradualmente avvolte in spesse membrane così da servire come pinne. Oppure una zampa palmata potrà avere tutte le sue ossa, o alcune di esse, allungate in una certa misura, e la membrana che le connette si amplierà in modo da servire come un'ala. Ma in tutte queste notevoli modificazioni non ci sarà la tendenza a modificare la struttura complessiva delle ossa o la connessione relativa delle diverse parti. Se supponiamo che l'antico progenitore — potremmo chiamarlo l'archetipo dei mammiferi — possedesse gli arti costruiti sul modello

generale attuale, a qualunque scopo gli servissero, comprendiamo immediatamente il semplice significato della costruzione omologa degli arti in tutta la classe. Allo stesso modo, per quanto riguarda la bocca degli insetti, dobbiamo solo supporre che il loro progenitore comune avesse un labbro superiore, delle mandibole e due paia di mascelle, magari di forma molto semplice; la selezione naturale spiegherà poi l'infinita diversità di strutture e funzioni della bocca degli insetti. Nondimeno si può immaginare che il modello generale di un organo possa eclissarsi fino al punto di perdersi totalmente, per effetto dell'atrofia e, infine, per la completa sparizione di certe parti, per la fusione di altre parti o per il raddoppiamento o la moltiplicazione di altre ancora; variazioni che sappiamo essere possibili. Così nelle pinne di certe gigantesche lucertole di mare estinte e nella bocca di alcuni crostacei succhiatori il modello generale sembra essersi in qualche misura eclissato.

C'è un altro ramo di questo argomento che risulta altrettanto curioso, e cioè non il confronto della stessa parte nei diversi membri di una classe, ma di diverse parti o organi nello stesso individuo. La maggioranza dei fisiologi crede che le ossa del cranio siano omologhe — cioè che corrispondano nel numero e nella reciproca connessione — alle parti elementari di un certo numero di vertebre. In ogni membro della classe dei vertebrati e degli articolati gli arti anteriori e posteriori sono chiaramente omologhi. Osserviamo la stessa legge se confrontiamo le mascelle e le zampe sorprendentemente complesse dei crostacei. Quasi tutti sanno che, in un fiore, la posizione relativa di sepalì, petalì, stamì e pistillì, come pure la loro intima struttura, può essere compresa considerando queste diverse parti come foglie metamorfosate, disposte a spirale. Nelle piante mostruose spesso abbiamo testimonianze dirette della possibilità che un organo venga trasformato in un altro; e nei crostacei allo stato embrionale, in molti altri animali e nei fiori possiamo vedere che organi che una volta maturi sono estremamente diversi in uno stadio iniziale di crescita sono perfettamente simili.

Quanto sono inspiegabili fatti come questi, stando alla concezione ordinaria della creazione! Perché mai il cervello dovrebbe essere racchiuso in una scatola composta di pezzi d'ossa tanto numerosi e dalla forma così singolare? Come ha osservato Owen, il vantaggio che deriva dalla cedevolezza dei pezzi separati nell'atto del parto dei mammiferi non spiegherà in alcun modo la stessa costruzione del cranio degli uccelli. Perché mai delle ossa simili sarebbero state create nella formazione dell'ala e della zampa di un pipistrello, che sono usate per scopi così totalmente diversi? Perché mai un crostaceo che ha una bocca estremamente complessa, formata da tante parti, dovrebbe sempre avere di conseguenza meno zampe? O, viceversa,

perché quelli con molte zampe hanno una bocca più semplice? Perché mai sepalì, petalì, stamì e pistillì di ogni singolo fiore, benché adatti a scopi tanto diversi, dovrebbero essere costruiti tutti sullo stesso modello?

La teoria della selezione naturale ci permette di rispondere in modo soddisfacente a queste domande. Nei vertebrati vediamo una serie di vertebre interne sostenere certi processi e reggere certe appendici; negli articolati vediamo il corpo diviso in una serie di segmenti che reggono delle appendici esterne; e nelle piante che producono fiori vediamo una serie di volute a spirale formate dalle foglie. Come ha osservato Owen, una ripetizione indefinita della stessa parte o organo è la caratteristica comune di tutte le forme che nella scala della natura occupano una posizione più bassa o che hanno subito poche modificazioni; possiamo perciò credere senza difficoltà che il progenitore sconosciuto dei vertebrati possedesse molte vertebre, il progenitore sconosciuto degli articolati molti segmenti e il progenitore sconosciuto delle piante che producono fiori molte volute a spirale formate da foglie. Abbiamo visto precedentemente che le parti ripetute molte volte sono particolarmente soggette a variare nel numero e nella struttura. Di conseguenza è alquanto probabile che la selezione naturale, durante un prolungato processo di modificazione, sia ricorsa a un certo numero di questi elementi primordiali simili e ripetuti molte volte per adattarli agli scopi più diversi. E poiché la quantità complessiva di modificazione sarà stata ottenuta per piccoli passi successivi, non dobbiamo meravigliarci di scoprire in queste parti o organi un certo grado di somiglianza fondamentale, conservata per via del forte principio dell'eredità.

Nella grande classe dei molluschi, anche se siamo in grado di riconoscere le parti di una specie che sono omologhe a quelle di un'altra specie distinta, possiamo indicare solo poche omologie seriali; cioè, solo qualche volta siamo in grado di dire che una parte o organo è omologo a un altro nello stesso individuo. E questo fatto risulta comprensibile tenendo presente che nei molluschi — anche nei membri che occupano i posti più bassi della classe — non troviamo quella ripetizione indefinita di una parte qualsiasi nella misura in cui la riscontriamo invece nelle altre grandi classi del regno animale e del regno vegetale.

Spesso i naturalisti parlano del cranio come formato da vertebre metamorfosate, delle mascelle dei granchi come di zampe metamorfosate, degli stamì e dei pistillì dei fiori come di foglie metamorfosate. Ma in questi casi sarebbe probabilmente più corretto, come ha osservato il professor Huxley, parlare del cranio e delle vertebre, delle mascelle e delle zampe ecc. come se si fossero

metamorfosate non l'una dall'altra, bensì da qualche elemento comune. I naturalisti, tuttavia, usano questo linguaggio in un senso soltanto metaforico: essi sono lontani dal voler dire che, nel corso di un lungo periodo di discendenza, organi primordiali di qualche tipo — le vertebre in un caso e le zampe nell'altro — si siano effettivamente modificati in crani o in mascelle. Eppure l'apparenza secondo cui una modificazione di quella natura si sarebbe verificata è tanto forte che i naturalisti non riescono quasi a evitare l'uso di un linguaggio che si esprime chiaramente in quel senso. In base alla mia concezione quelle espressioni possono essere utilizzate alla lettera e viene spiegato il fatto meraviglioso per cui, per esempio, le mascelle di un granchio conservano numerosi caratteri che avrebbero probabilmente conservato per eredità se si fossero davvero metamorfosate durante un lungo processo di discendenza da vere zampe o da qualche semplice appendice.

Embriologia — Abbiamo già notato di passaggio che certi organi di un individuo, che una volta maturi sono assai diversi e servono a scopi differenti, nell'embrione sono identici. Anche gli embrioni di animali distinti appartenenti alla stessa classe sono spesso sorprendentemente simili: non c'è prova migliore di questo fatto della circostanza menzionata da Agassiz che, dopo aver dimenticato di etichettare un embrione di qualche vertebrato, non è ora in grado di dire se si tratta di un mammifero, di un uccello o di un rettile. Le larve vermiformi di falene, mosche, coleotteri ecc. si somigliano tra loro molto più degli insetti maturi, ma nel caso delle larve gli embrioni sono attivi e si sono adattati a particolari condotte di vita. Una traccia della legge della somiglianza tra gli embrioni persiste a volte fino a uno stadio piuttosto avanzato: per esempio, gli uccelli dello stesso genere e di generi strettamente affini spesso si somigliano l'un l'altro nel primo e nel secondo piumaggio, come vediamo nelle penne macchiate del gruppo dei tordi. Nella famiglia dei gatti molte specie sono striate o macchiate lungo delle linee, e delle strisce si possono chiaramente distinguere nel cucciolo del [leone](#). Qualche volta, ma raramente, vediamo qualcosa del genere anche tra le piante: così le foglie dell'embrione dell'[Ulex](#) o [ginestrone](#) e le prime foglie dell'*Acaceas phyllodineous* sono pennate o divise come le foglie ordinarie delle leguminose.

I punti di struttura, in cui gli embrioni di animali molto diversi della stessa classe si somigliano, spesso non hanno una relazione diretta con le loro condizioni di esistenza. Per esempio, non possiamo supporre che negli embrioni dei vertebrati il particolare corso ad ansa delle arterie vicino alle fenditure branchiali sia collegato a condizioni simili

di vita nel giovane mammifero, che viene nutrito nel grembo della madre, nell'uovo di un uccello covato nel nido e nell'uovo di una rana sott'acqua. Non abbiamo più ragioni per credere in questa relazione di quante ne abbiamo per credere che le ossa corrispondenti della mano di un uomo, dell'ala di un pipistrello e della pinna di una focena siano legate a condizioni di vita simili. Nessuno vorrà supporre che le strisce del cucciolo di leone o le macchie del giovane merlo siano caratteri utili a quegli animali o collegati alle condizioni a cui sono esposti.

Il caso è diverso, tuttavia, quando l'animale è attivo e deve provvedere a se stesso durante una qualche fase della sua vita embrionale. Il periodo di attività può venire presto o tardi nella vita, ma quando si presenta, l'adattamento della larva alle condizioni di vita è tanto perfetto e bello quanto lo è nell'animale adulto. Per via di questi adattamenti speciali, la somiglianza delle larve o degli embrioni attivi di animali affini è qualche volta in gran parte eclissata; e si potrebbero citare dei casi in cui le larve di due specie, o di due gruppi di specie, differiscono quanto i loro genitori adulti o addirittura di più. Nella maggior parte dei casi, tuttavia, le larve, sebbene attive, obbediscono ancora più o meno strettamente alla legge della somiglianza degli embrioni. I cirripedi ne offrono un esempio efficace: perfino l'illustre Cuvier non si rese conto che il cirripede era, come certamente è, un crostaceo; ma uno sguardo alla larva lo mostra inequivocabilmente. Così, di nuovo, le due principali divisioni dei cirripedi, pedunculati e sessili, che differiscono ampiamente nelle apparenze esterne, hanno larve che in tutti i loro diversi stadi sono a malapena distinguibili.

L'organizzazione dell'embrione generalmente cresce nel corso dello sviluppo: uso questa espressione anche se sono consapevole che è quasi impossibile definire chiaramente che cosa si intende quando si dice che una certa organizzazione è più alta o più bassa. Ma, probabilmente, nessuno metterà in discussione che la farfalla è superiore per organizzazione al bruco. In alcuni casi, tuttavia, l'animale maturo è considerato inferiore nella scala rispetto alla larva, come nel caso di certi crostacei parassiti. Per riferirci ancora una volta ai cirripedi: le larve nel primo stadio hanno tre paia di zampe, un solo occhio molto semplice e una bocca a forma di proboscide con cui si cibano abbondantemente, perché crescono molto di dimensioni. Nel secondo stadio, che corrisponde a quello della crisalide delle farfalle, hanno sei paia di zampe natatorie magnificamente costruite, un paio di stupendi occhi composti e antenne estremamente complesse. Ma hanno una bocca chiusa e imperfetta e non possono nutrirsi: la loro funzione durante questo stadio è di cercare con i ben sviluppati organi sensoriali e raggiungere con la buona capacità natatoria un posto appropriato al quale attaccarsi e dove compiere la loro metamorfosi

definitiva. Una volta completato il processo, restano fissi per la vita: le loro zampe si sono convertite in organi prensili, hanno di nuovo una bocca ben costruita, ma non hanno antenne e i loro due occhi si sono convertiti in un piccolo, singolo ocello molto semplice. Possiamo considerare i cirripedi in questo stadio finale e completo come più organizzati oppure meno organizzati rispetto a come erano nella condizione di larve. In alcuni generi, però, le larve si sviluppano in ermafroditi, che hanno la struttura ordinaria, o in quelli che ho chiamato maschi complementari; e in questi ultimi lo sviluppo è sicuramente retrogrado, perché il maschio è un semplice sacco che vive per un breve periodo e non ha bocca, stomaco o altri organi importanti, eccetto che per la riproduzione.

Siamo talmente abituati a vedere differenze di struttura tra l'embrione e l'adulto, come pure una stretta somiglianza negli embrioni di animali molto diversi all'interno della stessa classe, che possiamo essere portati a considerare questi fatti come necessariamente dipendenti, in qualche modo, dallo sviluppo. Ma non c'è una ragione ovvia per cui, per esempio, l'ala di un pipistrello o la pinna di una focena non debbano essere delineate con tutte le loro parti nella giusta proporzione fin da quando una certa struttura diventa visibile nell'embrione. E in interi gruppi di animali e in certi membri di altri gruppi non c'è nessun periodo in cui l'embrione differisca molto dall'adulto. Così Owen ha osservato a proposito della seppia: «Non c'è metamorfosi, il carattere dei [cefalopodi](#) è manifesto molto prima che le parti dell'embrione siano completate»; e ancora, a proposito dei ragni: «Non c'è nulla che meriti di essere chiamato una metamorfosi». Le larve degli insetti, che si siano adattate alle abitudini più varie e attive oppure che siano inattive in quanto nutrite dai genitori o poste in mezzo a un cibo appropriato, passano quasi tutte attraverso il medesimo stadio in cui sono simili a vermi; tuttavia in un numero ridotto di casi, come negli afidi, se guardiamo gli ammirevoli disegni che il professor Huxley ha fatto dello sviluppo di questi insetti, non vediamo traccia dello stadio vermiforme.

Come possiamo dunque spiegare questi diversi fatti dell'embriologia, cioè: la molto generale, ma non universale, differenza di struttura tra l'embrione e l'adulto; la somiglianza, all'inizio dello sviluppo, di parti dello stesso embrione individuale che, alla fine, diventano molto diverse e svolgono funzioni differenti; la generale ma non universale somiglianza tra gli embrioni di diverse specie della stessa classe; il fatto che la struttura dell'embrione non è strettamente correlata alle sue condizioni di esistenza, eccetto quando l'embrione, in un qualunque periodo della sua vita, diventa attivo e deve provvedere a se stesso; l'organizzazione apparentemente più elevata che talvolta l'embrione ha rispetto all'animale maturo nel

quale si sviluppa? Credo che con la concezione della discendenza con modificazione tutti questi fatti possano essere spiegati nel modo seguente.

Si presume comunemente, forse sulla base delle mostruosità che spesso affliggono l'embrione nei primissimi stadi, che anche le lievi variazioni debbano necessariamente apparire altrettanto presto. Sulla questione, tuttavia, abbiamo poche testimonianze; semmai ne abbiamo in senso contrario, perché è noto che gli allevatori di bestiame, di cavalli e di vari animali per appassionati non sono in grado di dire, se non dopo che l'animale è nato da qualche tempo, quali saranno alla fine i suoi pregi o la sua forma. Possiamo chiaramente vedere questa stessa cosa nei nostri bambini: non sappiamo sempre dire se il ragazzo sarà alto o basso, o quali saranno le sue precise caratteristiche. La questione non è in quale periodo della vita una certa variazione è stata causata, ma in quale periodo si mostra compiutamente. La causa può aver agito — come io credo che spesso faccia — anche prima della formazione dell'embrione. E la variazione può essere dovuta al fatto che gli elementi sessuali maschile e femminile sono stati influenzati dalle condizioni alle quali sono stati esposti l'uno o l'altro dei genitori, o i loro antenati. Nondimeno, un effetto causato in un periodo molto iniziale, anche prima della formazione dell'embrione, può apparire tardi nella vita, come nei casi in cui una malattia ereditaria, che si manifesta soltanto in tarda età, è stata trasmessa alla prole dall'elemento riproduttivo di uno dei genitori. O, ancora, come quando le corna del bestiame che è frutto di un incrocio sono state condizionate dalla forma delle corna dell'uno o dell'altro dei genitori. Per il benessere di un animale molto giovane — finché rimane nel grembo della madre o nell'uovo, o finché è nutrito e protetto dal genitore — non ha importanza se la maggior parte dei suoi caratteri vengono acquistati un poco prima o un poco dopo nella vita. Per esempio, per un uccello che si procura meglio il proprio cibo grazie al becco lungo non è importante avere un becco del genere finché viene nutrito dai genitori. La mia conclusione è, quindi, che è del tutto possibile che ognuna delle molte modificazioni successive con cui ogni specie ha acquisito la sua struttura attuale non sia intervenuta tanto presto nella vita; e questa concezione sembra avvalorata da alcune testimonianze dirette che possiamo ricavare dagli animali domestici. In altri casi, però, è possibile che ogni modificazione successiva, o la maggior parte di esse, siano apparse in un primissimo periodo.

Nel primo capitolo ho affermato che alcune testimonianze sembrano indicare come probabile che una variazione tenda a riapparire nella prole a un'età corrispondente a quella in cui si è manifestata per la prima volta nel genitore. Alcune variazioni possono apparire soltanto

a età corrispondenti, come per esempio nel baco da seta certe peculiarità negli stadi di bruco, bozzolo o imago; o, ancora, come le corna nel bestiame quasi adulto. Ma, oltre a ciò, anche le variazioni che, per quanto siamo in grado di vedere, potrebbero apparire prima o dopo nella vita tendono a presentarsi in età corrispondenti nella prole e nel genitore. Non sto certo affermando che è sempre così e potrei citare un buon numero di casi di variazioni (prendendo la parola nel suo senso più ampio) che si presentano prima nel figlio che nel genitore.

Credo che questi due principi, se ne ammettiamo la verità, possano spiegare tutti i principali fatti dell'embriologia riferiti sopra. Ma consideriamo prima alcuni casi analoghi relativi alle varietà domestiche. Alcuni autori che hanno scritto a proposito dei cani sostengono che il levriero e il bulldog, per quanto sembrano così diversi, sono varietà strettamente affini e sono discesi dallo stesso ceppo selvatico; ero quindi curioso di vedere quanto fossero diversi i loro cuccioli. Gli allevatori mi avevano detto che differivano quanto i genitori e, a occhio, sembrava più o meno così. Di fatto, però, misurando i cani adulti e i loro cuccioli di sei giorni, riscontrai che i cuccioli non avevano ancora acquisito tutta la differenza di proporzioni che hanno gli adulti. Allo stesso modo, mi avevano anche detto che i puledri dei cavalli da tiro e quelli dei cavalli da corsa differivano quanto gli animali adulti; e ciò mi aveva sorpreso molto, perché ritengo probabile che la differenza tra queste due razze sia stata interamente causata dalla selezione allo stato domestico. Ma dopo aver fatto misurare con cura le genitrici e i puledri di tre giorni di un cavallo da corsa e di un pesante cavallo da tiro, ho constatato che i puledri non hanno affatto acquisito ancora tutta la differenza di proporzioni.

Poiché mi sembra che ci siano prove conclusive del fatto che le diverse razze domestiche del colombo sono tutte discese da una sola specie selvatica, ho confrontato i giovani colombi di diverse razze nelle prime dodici ore dopo che erano usciti dall'uovo. Ho misurato con cura le proporzioni (ma non fornirò qui i dettagli) del becco, l'ampiezza della bocca, la lunghezza delle narici e delle palpebre, le dimensioni del piede e la lunghezza della zampa nel colombo del ceppo selvatico, nel gozzuto, nel pavoncello, nel domestico, nel barbo, nel dragone, nel viaggiatore e nel capitombolante. Alcuni di questi uccelli, quando sono maturi, differiscono in modo così straordinario per la lunghezza e la forma del becco che, se fossero delle produzioni naturali, non dubito che verrebbero classificati come generi distinti. Ma quando i pulcini di queste diverse razze sono stati messi in fila, anche se molti potevano essere distinti l'uno dall'altro, le loro differenze proporzionali nei diversi punti menzionati sopra erano

incomparabilmente minori che negli uccelli adulti. Alcuni punti di differenza caratteristici, per esempio l'ampiezza della bocca, nei piccoli potevano a mala pena essere notati. C'era però una notevole eccezione alla regola, perché il piccolo del capitombolante a muso corto differiva in tutte le sue proporzioni dai piccoli del colombo selvatico e delle altre razze quasi quanto si riscontra allo stato adulto.

Mi sembra che i due principi illustrati sopra spieghino questi fatti relativi agli stadi più avanzati degli embrioni delle nostre varietà domestiche. Gli appassionati selezionano i loro cavalli, cani e colombi per la riproduzione quando sono quasi adulti: sono indifferenti al fatto che le qualità o le strutture desiderate vengano acquisite presto o tardi nella vita, poiché l'importante è che le posseggano gli animali che hanno completato la crescita. E i casi appena citati, soprattutto quello dei colombi, sembrano mostrare che le differenze caratteristiche che conferiscono valore a ogni razza, e che si sono accumulate grazie alla selezione esercitata dall'uomo, generalmente non sono apparse la prima volta in un periodo iniziale della vita e, in modo corrispondente, vengono ereditate dalla prole in un periodo non iniziale. Ma il caso del capitombolante a muso corto, che a dodici ore dalla nascita aveva già acquisito le sue proporzioni, mostra che non si tratta di una regola universale; in questo caso, infatti, le differenze caratteristiche devono essere apparse prima del solito, oppure, se non è così, devono essere state ereditate a un'età precedente anziché a un'età corrispondente.

Ora applichiamo questi fatti e i due principi citati — di cui si può mostrare che sono in qualche misura probabili, ma non che sono veri — alle specie allo stato di natura. Prediamo un genere di uccelli, disceso secondo la mia teoria da una specie progenitrice, le cui diverse nuove specie si sono modificate per selezione naturale conformemente alle loro diverse abitudini. Poiché i molti, piccoli passaggi successivi della variazione saranno sopravvenuti a un'età relativamente avanzata e saranno ereditati a un'età corrispondente, i piccoli delle nuove specie del nostro ipotetico genere tenderanno manifestamente a somigliarsi l'un l'altro molto più degli adulti, proprio come abbiamo visto nel caso dei colombi. Possiamo estendere questa nozione a intere famiglie o addirittura classi. Per esempio, gli arti anteriori che servivano come zampe nella specie progenitrice, attraverso un lungo processo di modificazione in un discendente si possono essere adattati a fungere da mani, in un altro da pinne e in un altro ancora da ali. E secondo i due principi di cui sopra — vale a dire che ogni modificazione successiva sopravviene a un'età relativamente tarda ed è ereditata a un'età corrispondentemente tarda — gli arti anteriori degli embrioni dei diversi discendenti della specie progenitrice saranno ancora molto simili, perché non si sono ancora modificati. Ma

in ogni nuova specie gli arti anteriori dell'embrione differiranno in larga misura dagli arti anteriori dell'animale maturo, perché in quest'ultimo gli arti saranno stati soggetti a notevole modificazione in un periodo relativamente tardo della sua vita e si saranno convertiti in mani, pinne o ali. Qualunque influenza l'esercizio prolungato o l'uso, da un lato, oppure il disuso, dall'altro, possano avere sulla modificazione di un organo, questa influenza investirà l'animale maturo, che è pervenuto al pieno delle sue facoltà attive e deve procurarsi da vivere; e gli effetti così prodotti saranno ereditati ad un'età corrispondentemente matura. Il piccolo, invece, non sarà modificato dagli effetti dell'uso e del disuso, o lo sarà soltanto in misura minore.

In alcuni casi, per cause che ignoriamo del tutto, i passaggi successivi della variazione possono sopravvenire in un periodo molto precoce della vita; oppure ogni passaggio può essere ereditato a un periodo che precede quello in cui è comparso per la prima volta. In entrambi i casi (come abbiamo visto con il capitombolante a muso corto) il piccolo o l'embrione somiglieranno da vicino alla forma progenitrice matura. Abbiamo visto che questa è la regola dello sviluppo per interi gruppi di animali come le seppie e i [ragni](#), oltre che per alcuni membri della grande classe degli insetti, come gli afidi. Quanto alla causa fondamentale per cui il piccolo in questi casi non è soggetto a metamorfosi, o somiglia ai genitori fin dalla primissima età, vediamo che ciò può risultare da queste due circostanze contingenti: primo, perché i piccoli, nel corso di una modificazione protrattasi per molte generazioni, hanno dovuto provvedere ai propri bisogni fin da uno stadio molto precoce dello sviluppo; e, secondo, perché hanno seguito esattamente le stesse abitudini di vita dei genitori. In questo caso, infatti, dato che le abitudini sono simili, è indispensabile all'esistenza della specie che il piccolo abbia già, fin dalla primissima età, le stesse modificazioni dei genitori. Tuttavia nei casi in cui l'embrione non è soggetto ad alcuna metamorfosi è probabilmente necessaria qualche ulteriore spiegazione. Se, d'altra parte, è vantaggioso per il piccolo seguire abitudini di vita che si discostino in qualsiasi misura da quelle del genitore — e, dunque, essere costruito in maniera leggermente diversa —, allora, in base al principio dell'eredità a età corrispondenti, la selezione naturale potrebbe rendere facilmente diversi dai loro genitori, in un qualsiasi possibile grado, il piccolo o la larva attivi. Queste differenze, inoltre, potranno diventare correlate a stadi successivi di sviluppo, così che le larve nel primo stadio potranno differire grandemente dalle larve nel secondo stadio, come abbiamo visto accadere nel caso dei cirripedi. L'adulto potrà diventare adatto a siti o abitudini in cui gli organi di locomozione o di senso sono inutili, e in questo caso si dirà che la

metamorfosi finale è retrograda.

Poiché tutti gli esseri organici estinti e recenti che sono mai esistiti su questa terra devono essere classificati insieme, e tutti sono collegati da gradazioni assai fini, la disposizione migliore — o invero, se le nostre collezioni fossero perfette, l'unica disposizione possibile — è quella genealogica. Secondo la mia concezione, infatti, la discendenza è il legame nascosto che i naturalisti sono andati perseguendo con l'espressione «[sistema naturale](#)». Secondo questa concezione possiamo comprendere come mai, agli occhi della maggior parte dei naturalisti, la struttura dell'embrione è ancora più importante di quella dell'adulto ai fini della classificazione: perché l'embrione è l'animale nel suo stadio meno modificato e, in quanto tale, rivela la struttura del suo progenitore. Se due gruppi di animali, per quanto oggi diversi l'uno dall'altro per struttura e abitudini, passano attraverso stadi embrionali identici o simili, possiamo star certi che sono entrambi discesi da progenitori identici o molto simili, e sono quindi in tale misura strettamente correlati. Pertanto una struttura comune nell'embrione rivela la comunità della discendenza; e la rivelerà indipendentemente da quanto la struttura dell'adulto possa essere modificata e alterata. Abbiamo visto, per esempio, che l'appartenenza dei cirripedi alla grande classe dei crostacei può essere riconosciuta immediatamente dalle loro larve. Poiché lo stadio embrionale di ogni specie o gruppo di specie ci mostra parzialmente la struttura dei loro antichi progenitori meno modificati, possiamo chiaramente vedere perché le forme di vita antiche ed estinte devono somigliare agli embrioni dei loro discendenti, cioè delle specie attuali. Agassiz ritiene che questa sia una legge di natura; per parte mia posso solo confessare che spero sarà dimostrata in futuro. Essa può essere dimostrata soltanto nei casi in cui la condizione antica, che si suppone sia ora rappresentata in molti embrioni, non è stata cancellata, né nel lungo processo di modificazione dalle variazioni successive sopravvenute in tenerissima età, né dal fatto che le variazioni sono state ereditate a un periodo precedente rispetto a quello in cui sono apparse la prima volta. Si deve tenere anche presente che la presunta legge della somiglianza tra le forme di vita antiche e gli stadi embrionali delle forme recenti può essere vera, ma potrebbe restare a lungo — o addirittura per sempre — indimostrabile, perché la documentazione geologica non si estende abbastanza indietro nel tempo.

Così, mi sembra, i fatti principali dell'embriologia, che per importanza non vengono dopo alcun altro fatto della storia naturale, sono spiegati secondo il principio per cui nei molti discendenti di un unico, antico progenitore le lievi modificazioni non appaiono nei primi stadi della vita di ognuno, sebbene siano stati forse causati nei primissimi stadi, e vengono ereditati a un corrispondente periodo non

iniziale. L'interesse dell'embriologia aumenta considerevolmente se consideriamo l'embrione come un'immagine più o meno sbiadita della comune forma progenitrice di ogni grande classe di animali.

Organi rudimentali, atrofizzati o abortiti — Gli organi, o le parti di organi, che si trovano in queste condizioni e che recano l'impronta dell'inutilità, sono estremamente comuni in natura. Per esempio, mammelle rudimentali sono molto diffuse nei maschi dei mammiferi; presumo che l'«ala bastarda» degli uccelli possa essere tranquillamente considerata come un dito rudimentale; in tantissimi serpenti un lobo dei polmoni è rudimentale; in altri serpenti ci sono rudimenti della pelvi e degli arti posteriori. Alcuni casi di organi rudimentali sono estremamente curiosi, come per esempio la presenza di denti allo stato fetale nelle balene, che da adulte non hanno neppure un dente in bocca, e la presenza di denti che non sbucano mai dalle gengive nelle mascelle superiori dei nostri vitelli non ancora nati. Sulla base di testimonianze attendibili si è anche detto che rudimenti di dentatura si possono trovare nei becchi di alcuni uccelli allo stadio embrionale. Non c'è nulla di più ovvio del fatto che le ali sono fatte per volare; eppure in quanti insetti vediamo delle ali talmente ridotte da essere assolutamente inadatte al volo, non di rado contenute in involucri tenacemente saldati insieme!

Il significato degli organi rudimentali è spesso inequivocabile: per esempio, ci sono coleotteri dello stesso genere (e anche della stessa specie), che si somigliano fortemente per ogni aspetto, di cui però uno ha le ali intere e un altro ha semplici rudimenti membranosi. In questo caso non è possibile dubitare che i rudimenti rappresentino delle ali. Gli organi rudimentali a volte conservano la loro potenzialità e, semplicemente, non sono sviluppati: questo sembra il caso delle mammelle nei maschi dei mammiferi, perché sono stati registrati numerosi casi in cui, in alcuni maschi adulti, quegli organi si sono sviluppati bene e hanno secreto del latte. Così, di nuovo, nelle mammelle del genere *bos* ci sono normalmente quattro capezzoli sviluppati e due rudimentali, ma nelle nostre vacche domestiche le ultime due a volte si sviluppano e danno latte. In singole piante della stessa specie i petali a volte si presentano come semplici rudimenti e altre volte in una condizione ben sviluppata. Nelle piante con sessi separati i fiori maschi hanno spesso un rudimento di pistillo, e Kölreuter scoprì che, incrociando queste piante maschili con delle specie ermafrodite, nella prole ibrida il rudimentale pistillo era di dimensioni molto ingrandite; e ciò mostra che il rudimento e il pistillo perfetto sono sostanzialmente simili per natura.

Un organo che serve a due scopi può diventare rudimentale o essere

totalmente abortito per uno dei due scopi, anche il più importante, restando invece perfettamente funzionale per l'altro. Così nelle piante la funzione del pistillo è di consentire ai tubi pollinici di raggiungere gli ovuli protetti nell'ovario alla sua base. Il pistillo consiste in uno stigma sostenuto sullo stilo; ma in alcune composite i flosculi maschili, che ovviamente non possono essere fecondati, hanno il pistillo in uno stato rudimentale, in quanto non è coronato da uno stigma; ma lo stilo rimane ben sviluppato ed è rivestito di peli, come nelle altre composite, allo scopo di raccogliere il polline dalle antere circostanti. Ancora, un organo può diventare rudimentale per il suo proprio scopo ed essere usato per un altro: in alcuni pesci la vescica [natatoria](#) sembra rudimentale quanto alla sua tipica funzione di assicurare il galleggiamento, ma è stata convertita in un nascente organo per la respirazione, o polmone. Si potrebbero citare altri esempi simili.

Negli individui di una stessa specie gli organi rudimentali sono particolarmente soggetti a variare nel grado di sviluppo e per altri aspetti. In specie strettamente affini, inoltre, talvolta il grado in cui uno stesso organo è stato reso rudimentale varia molto. Quest'ultimo fatto è ben esemplificato dallo stato delle ali della falena femmina in certi gruppi. Gli organi rudimentali possono essere completamente abortiti, cosa che comporta che in un animale o in una pianta non troviamo tracce di un organo che l'analogia ci spingerebbe ad aspettarci di trovare e che, occasionalmente, si ritrova in alcuni individui mostruosi di quella specie. Così nella bocca di leone (*Antirrhinum*) non troviamo generalmente il rudimento di un quinto stame, ma qualche volta sì. Per individuare le omologie della stessa parte nei diversi membri di una classe, nulla è più comune, o più necessario, dell'uso e della scoperta dei rudimenti. Lo mostrano bene i disegni forniti da Owen delle ossa della gamba del cavallo, del bue e del rinoceronte.

È un fatto importante che gli organi rudimentali, come i denti nelle mascelle superiori delle balene e dei ruminanti, spesso possono essere identificati nell'embrione, ma poi spariscono completamente. Credo inoltre che sia una regola universale quella per cui una parte o organo rudimentali hanno, rispetto alle parti contigue, dimensioni maggiori nell'embrione che nell'adulto; in quella prima età, quindi, sono meno rudimentali, o addirittura si può dire che non lo sono per nulla. Per questo motivo, inoltre, di un organo rudimentale presente nell'adulto si dice spesso che ha conservato la sua condizione embrionale.

Ho presentato ora i fatti principali che riguardano gli organi rudimentali. Riflettendo su di essi, nessuno può evitare di restare stupito, perché la stessa capacità di ragionamento, che ci dice chiaramente che un gran numero di parti o organi sono perfettamente

adattati a certi scopi, ci dice in modo altrettanto chiaro che questi organi rudimentali o atrofizzati sono imperfetti e inutili. Nelle opere di storia naturale si afferma in genere che gli organi rudimentali sono stati creati «per simmetria», o per «completare lo schema della natura»; ma questa non mi sembra una spiegazione, bensì un semplice modo di riaffermare il fatto stesso. Si riterrebbe forse sufficiente dire che, dato che i pianeti girano in orbite ellittiche intorno al sole, i satelliti seguono le stesse orbite intorno ai pianeti per simmetria e per completare lo schema della natura? Un eminente fisiologo spiega la presenza degli organi rudimentali supponendo che servano a secernere della materia in eccesso o dannosa per il sistema; ma possiamo forse supporre che la minuscola papilla che spesso rappresenta il pistillo nei fiori maschi ed è formata soltanto di tessuto cellulare possa agire in tal modo? Possiamo forse supporre che la formazione di denti rudimentali, che vengono poi riassorbiti, possa essere di qualche utilità alla rapida crescita embrionale del puledro, in quanto secerne il prezioso fosfato di calce? Quando si amputano le dita a un uomo, a volte sui moncherini appaiono delle unghie imperfette: io sono tanto restio a credere che quelle vestigia di unghie non appaiano per delle ignote leggi dello sviluppo ma per secernere della materia ossea, quanto sono restio a credere che le [unghie rudimentali](#) sulla pinna del [lamantino](#) si siano formate per tale scopo.

Secondo la mia concezione della discendenza con modificazione l'origine degli organi rudimentali è semplice. Abbiamo un gran numero di casi di organi rudimentali nelle nostre creature domestiche, come il moncone della coda nelle razze senza coda, i resti di un orecchio nelle razze senza orecchie, il riapparire di piccole corna penzolanti nelle razze di bestiame senza corna (in particolare, secondo Youatt, negli animali giovani) e lo stato dell'intero fiore nel cavolfiore. Spesso nei mostri vediamo rudimenti di varie parti. Ma dubito che questi casi gettino luce sull'origine degli organi rudimentali allo stato di natura, se non in quanto mostrano che certi rudimenti possono essere prodotti, perché dubito che le specie in natura siano soggette a cambiamenti improvvisi. Io credo che l'agente principale sia stato il disuso, che ha portato in generazioni successive alla riduzione graduale di vari organi fino al loro diventare rudimentali, come nel caso degli occhi degli animali che abitano nelle caverne buie e le ali degli uccelli che abitano le [isole oceaniche](#), che raramente sono stati forzati a prendere il volo e, alla fine, hanno perso la capacità di volare. Ancora, un organo utile in certe condizioni può diventare dannoso in altre, com'è per le ali dei coleotteri che vivono sulle piccole isole non riparate; e in questo caso la selezione naturale continuerà lentamente a ridurre l'organo, fino a renderlo innocuo e rudimentale.

Qualsiasi cambiamento di funzione che possa essere realizzato per passaggi impercettibilmente piccoli rientra nei poteri della selezione naturale; così un organo reso inutile o dannoso per uno scopo in condizioni di vita mutate può essere facilmente modificato e utilizzato per un altro scopo. Oppure un organo può essere conservato per una soltanto delle funzioni che aveva in precedenza. Una volta reso inutile, un organo può ben essere variabile, perché le sue variazioni non possono essere controllate dalla selezione naturale. In qualunque periodo della vita il disuso o la selezione riducano un organo — e generalmente sarà quando l'essere ha raggiunto la maturità e i suoi pieni poteri d'azione — il principio dell'eredità a età corrispondenti riprodurrà l'organo nella sua condizione ridotta alla stessa età e, di conseguenza, raramente lo influenzerà o ridurrà nell'embrione. Così possiamo comprendere le dimensioni relativamente maggiori che gli organi rudimentali hanno nell'embrione e le dimensioni relative ridotte che presentano invece nell'adulto. Ma se ogni passaggio del processo di riduzione fosse ereditato non all'età corrispondente, ma in un primissimo periodo della vita (cosa che abbiamo buone ragioni per ritenere possibile), la parte rudimentale tenderebbe a essere totalmente perduta e avremmo un caso di aborto completo. Inoltre, spesso entrerà probabilmente in gioco il principio di economia, spiegato in un capitolo precedente, per cui sui materiali che formano qualsiasi parte o struttura, se non sono utili al possessore, si risparmierà il più possibile, cosa che tenderà a causare la completa obliterazione di un organo rudimentale.

Poiché, dunque, la presenza degli organi rudimentali è dovuta alla tendenza di ogni parte dell'organizzazione che è esistita a lungo a essere ereditata, possiamo comprendere, sulla base della concezione genealogica della classificazione, come mai i sistematici hanno riscontrato che le parti rudimentali sono altrettanto importanti, e qualche volta addirittura più importanti, delle parti che rivestono una grande rilevanza per la fisiologia. Gli organi rudimentali possono essere paragonati alle lettere di una parola che, pur essendo conservate nell'ortografia, sono inutili nella pronuncia e ci servono come un indizio quando cerchiamo da dove deriva. Secondo la concezione della discendenza con modificazione possiamo concludere che l'esistenza di organi in una condizione rudimentale, imperfetta e inutile, o addirittura abortiti, anziché costituire una strana difficoltà — com'è certamente per la dottrina comune della creazione — poteva addirittura essere prevista e può essere spiegata con le leggi dell'eredità.

Riassunto — In questo capitolo ho cercato di mostrare che regole come

la subordinazione di gruppi a gruppi in tutti gli organismi di ogni epoca; la natura delle relazioni con cui tutti gli esseri viventi ed estinti sono uniti in un unico grande sistema mediante linee di affinità complesse e tortuose che si diramano a raggiera; le regole seguite e le difficoltà incontrate dai naturalisti nelle loro classificazioni; il valore assegnato ai caratteri, se costanti e prevalenti, tanto di grande importanza vitale quanto di importanza trascurabile o, come nel caso degli organi rudimentali, di nessuna importanza; l'ampio contrasto nel valore riconosciuto ai caratteri analogici e adattativi, da un lato, e ai caratteri di vera affinità dall'altro; e altre regole del genere si spiegano tutte se adottiamo la nozione della parentela comune di quelle forme che i naturalisti considerano affini, assieme alla loro modificazione per selezione naturale, con le circostanze — a essa collegate — dell'estinzione e della [divergenza dei caratteri](#). Nel considerare questa concezione della classificazione si deve tenere presente che l'elemento della discendenza è stato utilizzato universalmente per classificare insieme i sessi, le età e le varietà riconosciute della stessa specie, per quanto possano essere diverse per struttura. Se estendiamo l'uso di questo elemento della discendenza — la sola causa di somiglianza tra gli esseri organici che conosciamo con certezza — comprenderemo che cosa s'intende per [sistema naturale](#): il sistema naturale è un tentativo di disposizione genealogica in cui i gradi della differenza acquisita sono indicati con i termini varietà, specie, generi, famiglie, ordini e classi.

Sulla base di questa stessa concezione della discendenza con modificazione tutti i grandi fatti della morfologia diventano intelligibili, sia quando osserviamo lo stesso modello esibito dagli organi omologhi — a qualunque scopo siano destinati — nelle diverse specie di una classe, sia quando osserviamo le parti omologhe costruite sullo stesso modello in ogni singolo animale e pianta.

Sulla base del principio delle successive, lievi variazioni che non sopravvivono necessariamente o generalmente nelle prime fasi della vita e sono ereditate a un'età corrispondente, possiamo comprendere i principali fatti dell'embriologia. Vale a dire, la somiglianza in un singolo embrione delle parti omologhe, che una volta mature saranno molto diverse l'una dall'altra per struttura e funzione, e la somiglianza nelle diverse specie di una classe delle parti o organi omologhi, sebbene nei membri adulti questi siano adattati agli scopi più diversi. Le larve sono degli embrioni attivi che si sono modificati, specialmente in relazione alle loro abitudini di vita, in base al principio per cui le modificazioni sono ereditate a età corrispondenti. In forza di questo stesso principio — e tenendo presente che, quando gli organi si riducono nelle dimensioni per il disuso o la selezione, ciò avverrà generalmente nel periodo della vita nel quale l'essere deve

provvedere ai suoi bisogni, e tenendo presente quanto è forte il principio dell'eredità — la presenza di organi rudimentali non pone difficoltà per noi inspiegabili; al contrario, la loro presenza avrebbe anche potuto essere prevista. L'importanza dei caratteri embriologici e degli organi rudimentali per la classificazione è comprensibile se ammettiamo che una sistemazione delle forme di vita è naturale soltanto nella misura in cui è genealogica.

Infine mi sembra che le diverse categorie di fatti considerati in questo capitolo attestino con tale chiarezza che le innumerevoli specie, generi e famiglie di esseri organici da cui questo mondo è popolato sono tutte discese, ciascuna nella propria classe o gruppo, da progenitori comuni, e si sono tutte modificate nel corso della discendenza, che ciò mi spingerebbe a adottare senza esitazioni questa concezione anche qualora non fosse avvalorata da altri fatti o argomenti.

CAPITOLO XIV

RIEPILOGO E CONCLUSIONE

Riepilogo delle difficoltà della teoria della selezione naturale — Riepilogo delle circostanze generali e particolari a suo favore — Cause della credenza generale nell'immutabilità delle specie — Fino a che punto può estendersi la teoria della selezione naturale — Effetti della sua adozione per lo studio della storia naturale — Osservazioni conclusive

Poiché tutto questo volume è una sola lunga argomentazione, può essere opportuno per il lettore che ne ricapitoliamo i fatti e le inferenze principali.

Non nego che contro la teoria della discendenza con modificazione mediante selezione naturale si possano avanzare numerose e serie obiezioni. Ho cercato di presentarle in tutta la loro forza. A prima vista niente può apparire più difficile che credere che gli organi e gli istinti più complessi si siano perfezionati non attraverso l'intervento di mezzi analoghi alla ragione umana (per quanto a essa superiori), bensì mediante l'accumulazione di innumerevoli, lievi variazioni, ognuna conveniente per il suo singolo possessore. Tuttavia, per quanto questa difficoltà possa sembrare grande e insuperabile alla nostra immaginazione, la sua consistenza reale viene a svanire non appena abbiamo accettato le seguenti proposizioni: che nello stato di perfezione di qualsiasi organo o istinto che possiamo considerare esistono o sono esistite delle gradazioni, ognuna buona nel suo genere; che tutti gli organi e gli istinti sono variabili in ogni possibile misura, per quanto lieve; e, infine, che c'è una lotta per l'esistenza che conduce alla conservazione di ogni deviazione vantaggiosa nella struttura o nell'istinto. La verità di queste proposizioni, io credo, non può essere messa in discussione.

Senza dubbio, è estremamente difficile anche solo fare delle congetture sulle gradazioni con le quali molte strutture si sono perfezionate, soprattutto nel caso dei gruppi di esseri organici che appaiono divisi e in via d'estinzione. Ma, come proclama il principio «Natura non facit saltum», in natura vediamo così tante strane gradazioni che dovremmo essere estremamente cauti nell'affermare che un qualsiasi organo, istinto o intero organismo non può essere pervenuto alla sua condizione attuale attraverso molti passaggi graduali. Bisogna riconoscere che alcuni casi presentano una

particolare difficoltà per la teoria della selezione naturale: uno dei più curiosi è dato dell'esistenza di due o tre caste definite di operaie o femmine sterili all'interno della stessa comunità di formiche; ma ho cercato di mostrare come si può superare questa difficoltà.

A proposito della quasi universale sterilità delle specie quando vengono incrociate per la prima volta, in contrasto così netto con la quasi universale fecondità delle varietà quando vengono incrociate, devo rinviare il lettore alla ricapitolazione dei fatti presentata alla fine dell'ottavo capitolo, che mi sembra dimostrare in maniera conclusiva che quella sterilità non è una proprietà speciale più di quanto lo sia l'impossibilità di due alberi di essere innestati insieme, ma dipende da differenze di costituzione nei sistemi riproduttivi delle specie incrociate. La verità di questa conclusione si manifesta ai nostri occhi quando constatiamo la grande differenza nei risultati che si ottengono quando le medesime due specie vengono incrociate reciprocamente, cioè quando una specie è utilizzata prima come padre e poi come madre.

La fecondità delle varietà incrociate e della loro prole bastarda non può essere considerata universale, e la sua ampia generalità non ci sorprende se teniamo presente che, verosimilmente, né la costituzione di tali varietà né il loro sistema riproduttivo devono aver subito modificazioni profonde. Inoltre la maggior parte delle varietà sulle quali sono stati condotti esperimenti sono state prodotte allo stato domestico; e poiché l'addomesticazione, a quanto pare, tende a eliminare la sterilità, non dovremmo aspettarci che possa anche produrla.

La sterilità degli ibridi è un caso molto diverso rispetto alla sterilità dei primi incroci, perché gli organi riproduttivi degli ibridi sono più o meno funzionalmente impotenti, mentre nei primi incroci gli organi di entrambe le parti sono in condizioni perfette. Poiché osserviamo continuamente che organismi di ogni tipo sono resi in qualche misura sterili se la loro costituzione è stata disturbata da nuove condizioni di vita leggermente diverse, non dobbiamo stupirci che gli ibridi siano in qualche misura sterili, dato che molto probabilmente la loro costituzione — risultando dalla combinazione di due organizzazioni distinte — è stata alterata. Questo parallelismo è avvalorato da un altro gruppo di fatti, paralleli ma di segno opposto: vale a dire che il vigore e la fecondità di tutti gli esseri organici vengono incrementati da lievi cambiamenti nelle condizioni di vita e che la prole di forme o varietà leggermente modificate acquista, attraverso l'incrocio, maggior vigore e fecondità. Così abbiamo che da un lato i cambiamenti notevoli nelle condizioni di vita e gli incroci tra forme considerevolmente modificate diminuiscono la fecondità, ma d'altro

lato i cambiamenti meno consistenti nelle condizioni di vita e gli incroci tra forme meno modificate aumentano la fecondità.

Se passiamo a considerare la distribuzione geografica, le difficoltà che incontriamo per la teoria della discendenza con modificazione sono piuttosto gravi. Tutti gli individui della stessa specie e tutte le specie dello stesso genere o di un gruppo ancora più alto nella classificazione devono essere discesi da progenitori comuni; dunque, in qualunque parte distante e isolata del mondo si trovino ora, devono essersi trasferiti da una parte alle altre nel corso delle generazioni successive. Spesso siamo del tutto incapaci anche solo di congetturare come ciò sia potuto avvenire. Tuttavia, poiché abbiamo ragione di ritenere che alcune specie abbiano conservato la stessa forma specifica per periodi molto lunghi — enormemente lunghi, se misurati in anni — non dovremmo enfatizzare più di tanto l'occasionale, ampia diffusione della stessa specie. In periodi di tempo molto lunghi, infatti, ci sarà sempre una buona possibilità che si verifichi una diffusa migrazione con tanti mezzi diversi. Un raggio di diffusione spezzato o interrotto può essere spiegato spesso con l'estinzione delle specie nelle regioni intermedie. Non si può negare che siamo ancora molto ignoranti circa la portata dei diversi cambiamenti climatici e geografici che hanno interessato la terra in tempi recenti; e, ovviamente, questi cambiamenti avranno facilitato in larga misura la migrazione. A titolo di esempio, ho cercato di mostrare la grande influenza esercitata dal periodo [glaciale](#) sulla distribuzione di una specie e di specie affini in tutto il mondo. Siamo ancora profondamente ignoranti a proposito dei molti mezzi occasionali di trasporto. Quanto al fatto che diverse specie dello stesso genere abitano regioni lontanissime e isolate, poiché il processo di modificazione è stato di necessità lento, in un periodo di tempo molto lungo sarà stato possibile l'intervento di tutti i mezzi di migrazione: di conseguenza, le difficoltà poste dall'ampia diffusione delle specie dello stesso genere risulteranno in qualche misura ridimensionate.

Dato che, secondo la teoria della selezione naturale, deve essere esistito un numero senza fine di forme intermedie che hanno collegato tutte le specie di ogni gruppo mediante gradazioni finì quanto quelle che osserviamo nelle varietà attuali, ci si può chiedere: perché non vediamo queste forme di collegamento tutt'intorno a noi? Perché gli esseri organici non sono tutti mescolati insieme in un caos inestricabile? Per quanto riguarda le forme esistenti, dobbiamo tenere a mente che non possiamo aspettarci di scoprire (tranne in rari casi) anelli che le colleghino *direttamente* tra loro, bensì soltanto tra ognuna di esse e qualche forma estinta e soppiantata. Anche in una vasta area che è rimasta continua per lungo tempo e dove il clima e altre condizioni di vita cambiano insensibilmente nel passare da un

distretto occupato da una specie a un altro occupato da una specie strettamente affine, non possiamo aspettarci di trovare spesso varietà intermedie nelle zone intermedie. Vi è infatti ragione di ritenere che, in ogni periodo dato, soltanto alcune specie siano soggette a cambiamenti, e tutti i cambiamenti avvengono lentamente. Ho mostrato anche che le varietà intermedie, che saranno probabilmente esistite in un primo tempo nelle zone intermedie, tenderanno a essere soppiantate dalle forme affini che si trovano sui due lati; e queste ultime, esistendo in numeri più grandi, tenderanno in genere a modificarsi e migliorarsi a un ritmo più rapido rispetto a quello delle varietà intermedie, che esistono in numeri più piccoli. Così, a lungo andare, le varietà intermedie verranno sterminate e soppiantate.

Se è valida questa dottrina dello sterminio di un'infinità di anelli di collegamento tra gli abitanti attuali del mondo e quelli estinti (e tra questi e alcune specie ancora più antiche, in ogni periodo susseguente), perché ogni formazione geologica non è piena di quegli anelli? Perché ogni collezione di resti fossili non ci dà chiare testimonianze della gradazione e mutazione forme di vita? In effetti non ci imbattiamo in questo tipo di testimonianze e questa è la più ovvia e vigorosa tra le tante obiezioni che si possono opporre alla mia teoria. Perché, ancora, sembra — sebbene spesso in modo certamente erroneo — che interi gruppi di specie affini siano apparsi improvvisamente durante i diversi stadi geologici? Perché non troviamo grandi cumuli di strati al di sotto del sistema siluriano, contenenti i resti dei progenitori dei gruppi di fossili propri del Siluriano? Stando alla mia teoria, infatti, tali strati devono essersi certamente depositati da qualche parte in quelle epoche antiche e del tutto sconosciute della storia del mondo.

Posso rispondere a questo gruppo di domande e pesanti obiezioni soltanto supponendo che la documentazione geologica sia incomparabilmente più imperfetta di quanto credano la maggior parte dei geologi. Non si può obiettare che non c'è stato tempo sufficiente per una qualsiasi quantità di cambiamento organico, perché il tempo trascorso è stato tanto grande che l'intelletto umano non riesce nemmeno a farsene un'idea. Il numero degli esemplari conservati in tutti i nostri musei è assolutamente nulla a confronto con le generazioni senza fine di innumerevoli specie che sono sicuramente esistite. Non siamo in grado di riconoscere una specie come progenitrice di una o più specie, nemmeno esaminandole il più possibile da vicino, se ci mancano molti anelli intermedi tra lo stato presente e quello passato o del progenitore; e non possiamo aspettarci di scoprire tutti questi anelli per via dell'imperfezione della documentazione geologica. Si potrebbero ricordare numerose forme dubbie attuali che sono probabilmente delle varietà, ma chi potrà

sostenere che in futuro verranno scoperti tanti anelli fossili da permettere ai naturalisti di decidere, sulla base della concezione comune, se quelle forme dubbie sono veramente delle varietà oppure no? Poiché la maggior parte degli anelli tra due specie qualsiasi è sconosciuta, se si scoprirà un qualsiasi anello o varietà intermedia verrà senz'altro classificata come un'ennesima specie distinta. Solo una piccola parte del mondo è stata esplorata dal punto di vista geologico. Solo gli esseri organici di certe classi si possono conservare in una condizione fossile, quantomeno in gran numero. Le specie che hanno un ampio raggio di diffusione variano più di tutte e, spesso, le varietà sono all'inizio locali: due circostanze che rendono meno probabile la scoperta di anelli intermedi. Le varietà locali non si diffonderanno in regioni diverse e lontane finché non saranno notevolmente modificate e migliorate; e quando si diffondono, se vengono scoperte in una formazione geologica, sembreranno create all'improvviso in quel luogo e saranno classificate semplicemente come nuove specie. La maggior parte delle formazioni si sono accumulate in modo intermittente e la loro durata, sono portato a credere, è stata più breve della durata media delle forme specifiche. Le formazioni successive sono separate l'una dall'altra da enormi intervalli di tempo vuoti, perché le formazioni fossilifere abbastanza spesse da resistere alla successiva degradazione possono accumularsi solo dove viene depositata una grande quantità di sedimenti su un fondo marino soggetto a subsidenza. Durante i periodi alternati di sollevamento, o quando il livello è stazionario, la documentazione verrà a mancare. Durante questi ultimi periodi ci sarà probabilmente una maggiore variabilità nelle forme di vita, mentre durante i periodi di subsidenza ci sarà più estinzione.

Circa l'assenza di formazioni fossilifere al di sotto dei più bassi strati siluriani, posso solo ricorrere all'ipotesi proposta nel nono capitolo. Tutti ammetteranno che la [documentazione geologica](#) è imperfetta, ma pochi saranno disposti ad ammettere che è imperfetta nella misura da me richiesta. Se consideriamo dei periodi di tempo abbastanza lunghi, la geologia rivela chiaramente che tutte le specie sono cambiate; e sono cambiate nel modo richiesto dalla mia teoria, perché sono cambiate lentamente e in maniera graduale. Lo vediamo dal fatto che i resti fossili provenienti da formazioni consecutive sono immancabilmente collegati l'uno all'altro più strettamente dei fossili provenienti da formazioni lontane tra loro nel tempo.

Questo è l'insieme delle principali obiezioni e difficoltà che possono essere sollevate con fondamento contro la mia teoria; e qui ho ricapitolato brevemente le risposte e le spiegazioni che si possono dare. Ho avvertito queste difficoltà con troppa forza durante tanti anni per poter dubitare del loro peso. Vale però la pena di notare con

speciale attenzione che le obiezioni più importanti si riferiscono a questioni sulle quali, per ammissione generale, siamo ignoranti e non sappiamo neppure in che misura lo siamo. Non conosciamo tutte le possibili gradazioni di transizione tra gli organi più semplici e i più perfetti, così come non possiamo pretendere di conoscere tutti i diversi mezzi di distribuzione nel lungo corso degli anni, oppure quanto è imperfetta la [documentazione geologica](#). Per quanto diverse di queste difficoltà siano indubbiamente serie, esse a mio giudizio non demoliscono la teoria della discendenza con modificazione.

Consideriamo ora l'altro lato dell'argomentazione. Noi constatiamo che allo [stato domestico](#) c'è molta variabilità. Ciò sembra dovuto principalmente al fatto che il sistema riproduttivo è altamente suscettibile ai cambiamenti nelle condizioni di vita, così che questo sistema, anche quando non è reso del tutto impotente, non riesce comunque a riprodurre una prole esattamente simile alla forma progenitrice. La variabilità è governata da molte eleggi complesse: dalla correlazione della crescita, dall'uso e dal disuso, dall'azione diretta delle condizioni fisiche di vita. È molto difficile stabilire a quanta modificazione sono stati soggetti i nostri animali domestici, ma possiamo inferire con tranquillità che deve essersi trattato di una quantità notevole e che le modificazioni possono essere ereditate per lunghi periodi. Finché le condizioni di vita rimangono le stesse, abbiamo ragione di credere che una modificazione che è stata già ereditata per molte generazioni può continuare a esserlo per un numero pressoché infinito di generazioni. D'altra parte, abbiamo delle testimonianze che attestano che la variabilità, una volta entrata in gioco, non si interrompe completamente; di tanto in tanto, infatti, anche dagli animali che abbiamo addomesticato da più lungo tempo emergono ancora nuove varietà.

Di fatto, l'uomo non produce la variabilità, ma si limita solamente, senza averne intenzione, a esporre gli esseri organici a nuove condizioni di vita; e, allora, la natura agisce sull'organizzazione causando la variabilità. Ma l'uomo può selezionare — e in effetti lo fa — le variazioni presentategli dalla natura, facendo sì che vengano ad accumularsi nella maniera che preferisce. Egli adatta così gli animali e le piante per il proprio vantaggio o piacere. Può farlo metodicamente oppure inconsapevolmente, conservando gli individui a lui più utili in quel momento senza avere alcuna intenzione di modificare la razza. È certo che egli può influenzare notevolmente il carattere di una razza selezionando, a ogni generazione successiva, delle differenze individuali così lievi che un occhio non educato non le percepirebbe neppure. Questo processo di selezione è stato il grande responsabile

della produzione delle razze domestiche più distinte e utili. Che molte razze prodotte dall'uomo abbiano in larga misura il carattere di specie naturali è dimostrato dai dubbi inestricabili che sussistono circa la loro condizione di varietà o specie originarie.

Non c'è alcuna ragione ovvia per cui i principi che hanno agito così efficacemente allo stato domestico non debbano agire in natura. Nella conservazione degli individui e delle razze favorite durante la sempre ricorrente lotta per l'esistenza vediamo i mezzi di selezione più potenti e costanti. La lotta per l'esistenza segue inevitabilmente dall'alto tasso d'aumento, in progressione geometrica, che è comune a tutti gli esseri organici. Questo elevato tasso d'aumento è dimostrato dal calcolo, dagli effetti prodotti da una successione di stagioni peculiari e dai risultati della naturalizzazione, come si è spiegato nel terzo capitolo. Nascono più individui di quanti ne possano sopravvivere. Una differenza minima farà pendere la bilancia da una parte o dall'altra e determinerà quale individuo vivrà e quale morirà, quale varietà o specie aumenterà di numero e quale diminuirà o, alla fine, si estinguerà. Poiché gli individui della stessa specie entrano nella competizione più stretta, da ogni punto di vista, l'uno con l'altro, la battaglia generalmente sarà più dura tra essi, sarà quasi altrettanto severa tra le varietà della stessa specie e appena un po' meno severa tra le specie dello stesso genere. Tuttavia la lotta sarà spesso molto severa anche tra esseri molto lontani nella scala della natura. A qualsiasi età o in qualsiasi stagione, il minimo vantaggio di un essere rispetto a quelli con cui entra in competizione, o un miglior adattamento — in qualsiasi piccolo grado — alle condizioni fisiche circostanti, farà pendere l'ago della bilancia da una parte o dall'altra.

Negli animali con sessi separati ci sarà nella maggior parte dei casi una lotta tra i maschi per il possesso delle femmine. Gli individui più vigorosi, o quelli che hanno combattuto con maggior successo con le loro condizioni di vita, lasceranno in genere la prole più numerosa. Ma il successo dipenderà spesso dal possesso di armi o mezzi di difesa particolari, oppure dall'attrattiva dei maschi; e il più lieve vantaggio condurrà alla vittoria.

Poiché la geologia rivela chiaramente che ogni regione ha subito grandi cambiamenti fisici, possiamo aspettarci che gli esseri organici siano variati in natura così come generalmente sono variati nelle mutevoli condizioni della domesticazione. E se c'è una qualsiasi variabilità in natura, sarebbe inspiegabile se la selezione naturale non entrasse in gioco. Si è spesso affermato — ma si tratta di un'affermazione praticamente impossibile da dimostrare — che la quantità di variazione in natura è strettamente limitata. L'uomo, che pure agisce soltanto sui caratteri esterni e spesso in modo incostante,

può produrre in breve tempo grandi risultati sommando delle semplici differenze individuali nelle sue produzioni domestiche; e tutti ammettono che nelle specie presenti in natura ci sono quantomeno delle differenze individuali. Ma, oltre a queste differenze, tutti i naturalisti hanno anche ammesso l'esistenza di varietà, che ritengono sufficientemente distinte da meritare di essere registrate nelle opere sistematiche. Nessuno può tracciare una chiara distinzione tra le differenze individuali e le lievi varietà, come pure tra le varietà ben marcate, le sottospecie e le specie. Si osservi quanto i naturalisti possono dissentire a proposito del rango da attribuire a molte forme tipiche dell'Europa e del Nord America.

Se dunque abbiamo in natura della variabilità e un agente sempre pronto a selezionare, perché dovremmo dubitare che delle variazioni, che risultino in qualsiasi modo utili agli esseri nei loro rapporti di vita straordinariamente complessi, possano venire conservate, accumulate ed ereditate? Perché, se l'uomo può selezionare con pazienza le variazioni che gli sono più utili, la natura non dovrebbe riuscire a selezionare le variazioni utili ai suoi prodotti viventi in condizioni di vita mutevoli? Quale limite si vorrà assegnare a questo potere che agisce per lunghe epoche e sottopone a un rigido scrutinio l'intera costituzione, la struttura e le abitudini di ogni suo prodotto vivente, favorendo il buono e scartando il cattivo? Non scorgo alcun limite in questo potere di adattare ogni forma, lentamente e magnificamente, ai più complessi rapporti di vita. Anche se ci limitassimo a questo, la teoria della selezione naturale mi sembra di per sé probabile. Ho già ricapitolato con tutta la schiettezza possibile le difficoltà e le obiezioni che vi si oppongono; ora rivolgiamoci ai fatti particolari e alle argomentazioni favorevoli alla teoria.

Sulla base della concezione per cui le specie sono soltanto varietà ben marcate e permanenti, e ogni specie è esistita prima come varietà, possiamo vedere come mai non si può tracciare alcuna linea di demarcazione tra le specie, che si suppone comunemente siano state prodotte da atti speciali di creazione, e le varietà, che riconosciamo essere state prodotte da leggi secondarie. Con questa stessa concezione possiamo comprendere come mai in ogni regione in cui sono state prodotte — e oggi prosperano — molte specie di un medesimo genere, quelle stesse specie presentano molte varietà; perché, come regola generale, possiamo aspettarci che la fabbrica delle specie rimanga tuttora in azione dove è già stata attiva in passato; ed è così se le varietà sono specie incipienti. Inoltre, le specie dei generi più grandi, che presentano un numero maggiore di varietà o specie incipienti, conservano in qualche misura il carattere delle varietà, perché differiscono l'una dall'altra per una quantità di differenze minore rispetto alle specie dei generi più piccoli. Le specie strettamente affini

dei generi più grandi, inoltre, hanno raggi di diffusione più ristretti e sono raggruppate in piccoli gruppi intorno ad altre specie, e in questo somigliano alle varietà. Queste relazioni risultano strane se adottiamo la concezione per cui ogni specie è stata creata indipendentemente, ma sono intelligibili se tutte le specie sono esistite prima come varietà.

Poiché ogni specie tende ad aumentare disordinatamente di numero per il suo tasso geometrico di riproduzione, e poiché i discendenti modificati di ogni specie riusciranno ad aumentare quanto più si diversificheranno nelle abitudini e nella struttura, così da conquistare molti e diversi posti nell'economia della natura, ci sarà una tendenza costante nella selezione naturale a conservare la prole più divergente di ogni specie. Perciò, nel corso di una prolungata serie di modificazioni, quelle lievi differenze che sono caratteristiche delle varietà della stessa specie tenderanno ad aumentare, trasformandosi in quelle più ampie differenze che sono caratteristiche delle specie dello stesso genere. Delle varietà nuove e migliorate verranno inevitabilmente a sterminare e soppiantare le varietà più antiche, meno migliorate e intermedie; e così le specie diventano oggetti in buona misura definiti e distinti. Le specie dominanti appartenenti ai gruppi più grandi tendono a dar vita a forme nuove e dominanti, così che ogni grande gruppo tende a diventare ancora più grande e, allo stesso tempo, più divergente nei caratteri. Ma poiché è impossibile che tutti i gruppi aumentino in tal modo le loro dimensioni, dato che il mondo non sarebbe in grado di sostenerli, i gruppi più dominanti battono quelli meno dominanti. Questa tendenza dei grandi gruppi a continuare a crescere di dimensioni e a divergere nei caratteri, insieme alla quasi inevitabile conseguenza di una notevole quantità di estinzione, spiega la disposizione di tutte le forme di vita in gruppi subordinati a gruppi, tutti all'interno di poche grandi classi, che vediamo ovunque intorno a noi e che ha prevalso in ogni tempo. Questo fatto grandioso del raggruppamento di tutti gli esseri organici mi sembra del tutto inspiegabile con la teoria della creazione.

Poiché la selezione naturale agisce soltanto accumulando piccole variazioni favorevoli successive, essa non può produrre alcuna modificazione grande o improvvisa: può agire soltanto per passi molto corti e lenti. Pertanto, il principio secondo cui «Natura non facit saltum» — che viene continuamente avvalorato da ogni nuova conoscenza — risulta facilmente comprensibile alla luce di questa teoria. Possiamo renderci chiaramente conto del motivo per cui la natura è prodiga di varietà ma avara di innovazione. Se ogni specie fosse stata creata indipendentemente nessuno, invece, sarebbe in grado di spiegare l'esistenza di questa legge della natura.

Mi sembra inoltre che questa teoria ci permetta di spiegare molti

altri fatti. Com'è strano che un uccello con la forma del picchio sia stato creato per dare la caccia agli insetti che vivono sul terreno; che l'oca di montagna, che non nuota mai o solo raramente, sia stata creata con i piedi palmati; che un tordo sia stato creato per tuffarsi e nutrirsi di insetti subacquei; e che una procellaria sia stata creata con le abitudini e una struttura che la rendono adatta alla vita di un'alca o di uno [svasso](#)! E così via, in una serie infinita di altri casi. Ma questi fatti cessano di essere strani — o addirittura avrebbero potuto essere previsti — se adottiamo la teoria per cui ogni specie tenta costantemente di aumentare di numero, con la selezione naturale sempre pronta a adattare i discendenti di ognuna di esse a qualunque posto che in natura non risulti ancora occupato, o che sia occupato male.

Agendo mediante la competizione, la selezione naturale adatta gli abitanti di ogni paese soltanto in rapporto al grado di perfezione raggiunto dagli altri individui che lo popolano; non ci dobbiamo pertanto sorprendere se gli abitanti di un paese — che, secondo la concezione ordinaria, sarebbero stati creati e resi adatti proprio per quel particolare paese — vengono sopraffatti e soppiantati da creature naturalizzate provenienti da un'altra regione. Né dobbiamo meravigliarci se in natura non tutte le strutture sono, per quanto possiamo giudicare, assolutamente perfette, e se alcuni di esse sono incompatibili con le idee che abbiamo a proposito dell'adattamento. Non dobbiamo meravigliarci se la puntura dell'ape causa la morte della stessa ape, se i fuchi vengono prodotti in numeri così grandi per compiere un solo atto ed essere poi massacrati dalle sorelle sterili, se gli abeti sprecano una quantità enorme di polline, se l'ape regina odia istintivamente le sue figlie feconde, se gli icneumonidi divorano dall'interno i corpi vivi dei bruchi, e così per tanti altri casi del genere. Dal punto di vista della teoria della selezione naturale quel che desta meraviglia, semmai, è che i casi che rivelano l'assenza di una perfezione assoluta non siano stati osservati in maggior numero.

Le leggi complesse e poco conosciute che governano la variazione sono le stesse, per quanto possiamo vedere, che hanno governato la produzione delle cosiddette forme specifiche. In entrambi i casi, le condizioni fisiche sembrano aver prodotto un effetto diretto limitato; eppure, quando le varietà entrano in una certa zona, assumono occasionalmente alcuni caratteri delle specie proprie di quella zona. Tanto nelle varietà quanto nelle specie, l'uso e il disuso sembrano aver prodotto qualche effetto; ci è infatti difficile non giungere a questa conclusione quando osserviamo, per esempio, l'anatra dalla testa grossa che ha ali incapaci di volare, in condizioni pressoché identiche a quelle dell'anatra domestica; o quando osserviamo uno scavatore di gallerie come il tucu-tucu, che qualche volta è cieco, e poi certe [talpe](#)

che sono abitualmente cieche e hanno gli occhi ricoperti di pelle; o quando guardiamo gli animali ciechi che abitano le caverne buie d'America e d'Europa. Sia nelle varietà sia nelle specie la correlazione della crescita sembra avere svolto un ruolo molto importante, per cui la modificazione di una parte ha portato necessariamente alla modificazione di altre parti. Tanto nelle varietà quanto nelle specie si verificano dei ritorni ad alcuni caratteri da tempo perduti. Stando alla teoria della creazione, l'occasionale comparsa di strisce sulle spalle e sulle zampe di diverse specie del genere del cavallo e dei loro ibridi è qualcosa di totalmente inspiegabile! Questo fatto, però, può essere invece spiegato con la più assoluta semplicità in base alla teoria per cui queste specie sono discese da un progenitore a strisce, allo stesso modo in cui diverse razze del colombo domestico sono discese dal colombo selvatico blu e striato!

Secondo la concezione corrente della creazione indipendente di ogni specie, perché i caratteri specifici, cioè quelli per cui le specie dello stesso genere si distinguono l'una dall'altra, dovrebbero essere più variabili dei caratteri generici, per i quali concordano tutte? Perché mai, per esempio, il colore di un fiore in una certa specie di un genere dovrebbe essere più soggetto a variare quando le altre specie, che si suppone siano state create indipendentemente, hanno fiori di diversi colori, rispetto a quando tutte le specie di quel genere hanno i fiori dello stesso colore? Questo fatto diventa comprensibile se le specie sono soltanto varietà ben marcate i cui caratteri hanno acquisito un forte grado di permanenza; ciò, infatti, significa che esse sono già state soggette a variazione da quando si sono diramate da un progenitore comune per determinati caratteri, in forza dei quali si sono distinte come specie le une dalle altre; e questi stessi caratteri saranno quindi più propensi a variare ancora rispetto a quei caratteri generici che sono stati invece ereditati identici per un enorme periodo di tempo. Non si può spiegare con la teoria della creazione perché una parte sviluppata in maniera del tutto inusuale in una certa specie di un genere — e dunque, come possiamo inferire naturalmente, di grande importanza per la specie stessa — dovrebbe essere particolarmente incline a variare. Secondo la mia concezione, invece, quella parte ha subito una quantità inusuale di variazioni e modificazioni da quando diverse specie si sono diramate da un progenitore comune e, di conseguenza, ci possiamo in genere aspettare che continui a essere variabile. Ma una parte può anche essersi sviluppata nel modo più inconsueto, come l'ala di un pipistrello, e tuttavia non risultare più variabile delle altre strutture; ciò avviene nel caso in cui essa sia comune a molte forme subordinate, cioè se è stata ereditata per un periodo molto lungo. In tal caso, infatti, essa sarà stata resa costante da una prolungata selezione naturale.

Basta un rapido sguardo agli istinti, alcuni certamente meravigliosi, per rendersi conto di come anch'essi non presentino, per la teoria della selezione naturale di lievi e vantaggiose modificazioni successive, difficoltà maggiori di quelle poste dalla struttura corporea. Possiamo così comprendere perché la natura procede per passi graduali nel dotare differenti animali della stessa classe dei loro diversi istinti. Ho cercato di mostrare quanta luce il principio della gradazione getta sulle ammirevoli capacità di architetto dell'ape domestica. Talvolta l'abitudine ha senz'altro un proprio ruolo nella modificazione degli istinti, ma di certo non è indispensabile, come vediamo nel caso degli insetti neutri, che non lasciano una progenie che possa ereditare gli effetti di un'abitudine prolungata. Con la concezione per cui tutte le specie dello stesso genere sono discese da un progenitore comune e hanno ereditato molti caratteri condivisi, possiamo comprendere come mai delle specie affini seguono quasi gli stessi istinti anche quando sono poste in condizioni di vita notevolmente diverse: perché, per esempio, il tordo del Sud America ricopre il nido di fango come la nostra specie britannica. Secondo la concezione per cui gli istinti sono stati acquisiti lentamente mediante la selezione naturale, non dobbiamo stupirci di fronte al fatto che alcuni istinti sono apparentemente imperfetti e soggetti a errori, e che tanti istinti producono sofferenza ad altri animali.

Se le specie sono soltanto varietà ben marcate e permanenti, possiamo capire immediatamente perché la loro prole incrociata segue le stesse leggi complesse della prole incrociata delle varietà riconosciute per quanto riguarda i gradi e i tipi di somiglianza rispetto ai progenitori (con le somiglianze che vengono assorbite l'una nell'altra attraverso gli incroci successivi, e altre questioni del genere). D'altra parte, questi fatti risulterebbero strani se le specie fossero state create indipendentemente mentre le varietà venissero prodotte attraverso leggi secondarie.

Se ammettiamo l'estrema imperfezione della [documentazione geologica](#), i fatti che tale documentazione ci fornisce confermano la teoria della discendenza con modificazione. Nuove specie sono apparse sulla scena lentamente e in periodi successivi e, dopo intervalli di tempo di eguale durata, la quantità di cambiamento risulta largamente diversa a seconda dei diversi gruppi. L'estinzione delle specie e di interi gruppi di specie, che ha svolto una parte così considerevole nella storia del mondo organico, segue quasi inevitabilmente dal principio della selezione naturale, perché le vecchie forme saranno soppiantate da forme nuove e migliorate. Una volta che la catena della generazione ordinaria si è spezzata, non riappariranno più né le singole specie né i gruppi di specie. La diffusione graduale delle forme dominanti, con la lenta modificazione

dei loro discendenti, dà l'impressione che le forme di [vita](#), dopo lunghi intervalli di tempo, siano cambiate simultaneamente dovunque nel mondo. Il fatto che i resti fossili di ogni formazione siano in qualche misura intermedi per carattere tra i fossili che si trovano nelle formazioni superiori e inferiori, viene spiegato semplicemente con la loro posizione intermedia nella catena della discendenza. Lo straordinario fatto per cui tutti gli esseri organici estinti appartengono allo stesso [sistema naturale](#) degli esseri recenti e rientrano negli stessi gruppi o in gruppi intermedi è una conseguenza del principio per cui gli esseri viventi e quelli estinti discendono da progenitori comuni. Dato che i caratteri dei gruppi che sono discesi da un progenitore comune si sono generalmente diversificati, il progenitore e i suoi primi discendenti saranno spesso intermedi per carattere rispetto ai discendenti successivi; e così possiamo vedere perché, quanto più un fossile è antico, tanto più spesso occupa un grado intermedio tra i gruppi esistenti e affini. Le forme recenti sono in genere considerate più elevate — in qualche senso vago — di quelle antiche ed estinte, e sono più elevate nella misura in cui le forme più tarde e più migliorate hanno vinto, nella lotta per la vita, sugli organismi più antichi e meno perfezionati. Infine, anche la legge della lunga durata delle forme affini nello stesso continente — i marsupiali in Australia, gli sdentati in America e altri casi del genere — risulta comprensibile, in quanto in un paese circoscritto forme recenti e forme estinte saranno naturalmente collegate per discendenza.

Considerando la distribuzione geografica, se ammettiamo che nel lungo corso delle ere ci sono state molte migrazioni da una parte all'altra del mondo — per via dei cambiamenti climatici e geografici e dei tanti, occasionali e sconosciuti mezzi di dispersione — allora la teoria della discendenza con modificazione ci permetterà di comprendere la maggior parte dei fatti più importanti della distribuzione. Possiamo vedere perché deve esserci un parallelismo così sorprendente tra la distribuzione degli esseri organici nello spazio e la loro successione geologica nel tempo: perché in entrambi i casi gli esseri sono collegati dal legame della generazione ordinaria e i mezzi di modificazione sono gli stessi. Cogliamo il pieno significato di un fatto meraviglioso che deve aver colpito ogni viaggiatore, e cioè che nello stesso continente, nelle condizioni più diverse — nelle regioni calde come in quelle fredde, sulle montagne e nelle pianure, nei deserti e nelle paludi —, molti tra gli abitanti di ogni grande classe sono chiaramente collegati; essi, infatti, saranno generalmente discesi dagli stessi progenitori e dai primi colonizzatori. Sulla base di questo stesso principio delle migrazioni passate, combinate in molti casi con le modificazioni, possiamo comprendere — con l'aiuto del periodo [glaciale](#) — l'identità di alcune piante e la stretta affinità di molte altre

che si trovano sulle montagne più distanti nei climi più diversi. Allo stesso modo possiamo comprendere anche la stretta affinità di alcuni abitanti dei mari delle zone temperate settentrionali e meridionali, benché siano separati dall'intero oceano intertropicale. Anche se due aree presentano le stesse condizioni fisiche di vita, se sono state completamente separate l'una dall'altra per un lungo periodo non dobbiamo stupirci che i loro abitanti siano largamente diversi: infatti, dato che la relazione tra organismo e organismo è la più importante di tutte, considerando che le due aree avranno ricevuto colonizzatori da una terza fonte o l'una dall'altra in periodi e in proporzioni differenti, il corso delle modificazioni nell'una sarà stato inevitabilmente diverso da quello nell'altra.

In base a questa concezione della migrazione e successiva modificazione possiamo comprendere perché le **isole oceaniche** sono abitate da poche specie, molte delle quali sono però peculiari. Possiamo vedere chiaramente perché gli animali che non possono attraversare ampi tratti d'oceano, come le rane e i mammiferi terrestri, non abitano le isole oceaniche; e perché, dal canto opposto, in isole lontanissime da qualsiasi continente si trovano spesso nuove, peculiari specie di pipistrelli, che possono attraversare l'oceano. Fatti come la presenza di specie peculiari di pipistrelli e l'assenza di tutti gli altri mammiferi nelle isole oceaniche rimangono assolutamente inspiegabili nel quadro della teoria degli atti indipendenti di creazione.

L'esistenza di specie strettamente affini o tipiche in due aree qualsiasi comporta, secondo la teoria della discendenza con modificazione, che un tempo le due aree erano abitate dagli stessi progenitori; e quasi invariabilmente constatiamo che dovunque molte specie strettamente affini abitano due aree, esistono ancora alcune specie identiche comuni a entrambe. Allo stesso modo, dovunque si osservano molte specie strettamente affini eppure distinte, si trovano anche numerose forme dubbie e varietà della stessa specie. È una regola molto generale che gli abitanti di ogni area sono collegati agli abitanti della più vicina fonte da cui possono essere venuti degli immigrati. Lo vediamo constatando che quasi tutte le piante e gli animali dell'arcipelago delle Galapagos, di Juan Fernandez e delle altre isole americane sono collegati nel modo più sorprendente alle piante e agli animali della vicina terraferma americana, così come quelle dell'arcipelago di **Capo Verde** e di altre isole africane alla terraferma africana. Si deve ammettere che questi fatti non possono essere spiegati con la teoria della creazione.

Il fatto, come abbiamo visto, che tutti gli esseri organici passati e presenti costituiscano un unico grande **sistema naturale**, con gruppi subordinati a gruppi e con i gruppi estinti che si collocano spesso tra i

gruppi recenti, è comprensibile con la teoria della selezione naturale e con le circostanze a essa collegate dell'estinzione e della **divergenza dei caratteri**. Grazie a questi stessi principi comprendiamo anche perché le affinità reciproche tra le specie e i generi di ogni classe sono così complesse e tortuose. Vediamo perché alcuni caratteri sono molto più utili alla classificazione di altri; perché i caratteri adattativi, nonostante tutta la loro importanza per la vita di un essere, non hanno quasi nessuna rilevanza ai fini della classificazione; perché i caratteri derivati da parti rudimentali, sebbene inutili all'essere vivente, hanno spesso grande importanza per la classificazione; e, infine, perché i caratteri embriologici sono i più importanti di tutti. Le affinità reali tra tutti gli esseri organici sono dovute all'eredità o comunità della discendenza. Il sistema naturale è una disposizione genealogica, nella quale dobbiamo scoprire le linee di discendenza mediante i caratteri più permanenti, per quanto limitata possa essere la loro importanza a livello vitale.

Il fatto che la struttura delle ossa sia la stessa nella mano dell'uomo, nell'ala del pipistrello, nella pinna della focena e nella zampa del cavallo, che lo stesso numero di vertebre formi il collo della giraffa e quello dell'elefante e innumerevoli altri fatti analoghi, si spiegano immediatamente con la teoria della discendenza mediante lente e lievi modificazioni successive. La somiglianza di modello che osserviamo nell'ala e nella zampa di un pipistrello, benché siano usate per scopi tanto diversi — come pure nella mascella e nelle zampe di un granchio, o nei petali, negli stami e nei pistilli di un fiore — diventa anch'essa comprensibile se adottiamo la concezione della graduale modificazione di parti o organi che erano simili nell'antico progenitore di ogni classe. Grazie al principio per cui le variazioni successive non sopravvivono sempre in tenera età e sono ereditate a un periodo corrispondente — non iniziale — della vita, possiamo comprendere chiaramente il perché dell'accentuata somiglianza tra gli embrioni dei mammiferi, degli uccelli, dei rettili e dei pesci, le cui le forme adulte sono invece tanto diverse. Non dobbiamo più meravigliarci di fronte al fatto che l'embrione di un mammifero e quello di un uccello, che respirano nell'aria, hanno fessure branchiali e hanno arterie che formano un corso ad ansa come quelle di un pesce che, con l'aiuto di branchie ben sviluppate, deve respirare l'aria disciolta nell'acqua.

Il disuso, aiutato talvolta dalla selezione naturale, tenderà spesso a ridurre un organo che il cambiamento delle abitudini o la mutazione delle condizioni di vita hanno reso inutile; e, alla luce di questo fatto, possiamo comprendere chiaramente il significato degli organi rudimentali. Ma, generalmente, il disuso e la selezione agiranno su una creatura quando questa ha già raggiunto la maturità e deve quindi

svolgere interamente la sua parte nella lotta per l'esistenza; essi, pertanto, non potranno agire molto su un organo durante le prime fasi della vita, così che l'organo stesso non subirà una forte riduzione né verrà reso rudimentale in tenera età. Il vitello, per esempio, ha ereditato dei denti che non forano mai le gengive della mascella superiore da un antico progenitore che aveva denti ben sviluppati. Possiamo ritenere che i denti nell'animale maturo si siano ridotti, nel corso di più generazioni successive, a causa del disuso, o per il fatto che la lingua e il palato si sono adattati, grazie alla selezione naturale, a brucare senza il loro aiuto. Nel vitello, invece, i denti non sono stati toccati dalla selezione o dal disuso e, per il principio dell'eredità a età corrispondenti, hanno quindi continuato a essere trasmessi da un periodo remoto fino a oggi. In base alla concezione per cui ogni essere organico e ogni organo separato sono il frutto di un atto speciale di creazione, è assolutamente inspiegabile che alcune parti — come i denti del vitello allo stato embrionale o le ali avvizzite conservate sotto una copertura saldata in certi coleotteri — rechino così spesso l'impronta dell'inutilità! Si può dire che la natura si è preoccupata di rivelare, attraverso gli organi rudimentali e le strutture omologhe, lo schema da essa seguito nelle modificazioni; ma, a quanto pare, noi ci rifiutiamo ostinatamente di capirlo.

Ho ricapitolato ora i fatti e le considerazioni principali che mi hanno convinto fino in fondo che le specie sono cambiate e stanno tuttora cambiando lentamente attraverso la conservazione e l'accumulazione di successive, lievi variazioni favorevoli. Ma perché, ci si potrebbe chiedere, tutti i più eminenti naturalisti e geologi viventi hanno respinto questa concezione della mutabilità delle specie? Non si può affermare che gli esseri organici allo stato di natura non siano soggetti alla variazione, non si può affermare che la quantità di variazioni nel corso di lunghe epoche sia limitata, e non è stata — né può essere — tracciata nessuna chiara distinzione tra specie e varietà ben marcate. Non si può sostenere che le specie quando si incrociano siano invariabilmente sterili e le varietà invariabilmente feconde, o che la sterilità sia una proprietà speciale e un segno della creazione. La credenza nell'immutabilità delle specie era pressoché inevitabile finché si pensava che la storia del mondo fosse stata di breve durata; e ora che ci siamo fatti un'idea del tempo effettivamente trascorso, siamo troppo inclini a supporre, senza prove, che la documentazione geologica sia talmente perfetta che, se soltanto ci fosse stata una qualche mutazione delle specie, ce ne avrebbe presentato delle chiare testimonianze.

Ma la causa principale della nostra naturale riluttanza ad ammettere

che una specie abbia dato vita ad altre specie distinte è che siamo sempre esitanti a riconoscere un grande cambiamento di cui non vediamo i passaggi intermedi. È la stessa difficoltà che venne avvertita dai geologi quando Lyell, per primo, sostenne che le lunghe linee di dirupi che si trovano nell'entroterra erano state formate dalla lenta azione delle onde costiere, che avevano anche scavato le grandi valli. La mente non è in grado di afferrare pienamente il significato dell'espressione cento milioni di anni, e non può sommare e percepire gli effetti complessivi di numerose, lievi variazioni accumulate durante un numero quasi infinito di generazioni.

Pur essendo pienamente convinto della verità delle concezioni esposte in questo volume sotto forma di compendio, non mi aspetto affatto di convincere i naturalisti esperti, la cui mente è piena di una moltitudine di fatti che, nel corso di lunghi anni, sono stati tutti considerati da un punto di vista diametralmente opposto al mio. È tanto facile nascondere la nostra ignoranza dietro espressioni come «piano della creazione», «unità di disegno» ecc. e pensare che in questo modo abbiamo spiegato un fatto, mentre in realtà lo abbiamo soltanto riaffermato. Chi è portato ad attribuire più peso alle difficoltà inspiegate che alla spiegazione di un certo numero di fatti, respingerà sicuramente la mia teoria. Alcuni naturalisti dalla mente elastica e che hanno già cominciato a dubitare dell'immutabilità delle specie saranno forse influenzati da questo volume; ma ciò a cui io guardo con fiducia è il futuro, sono i giovani naturalisti che si stanno affermando e che saranno in grado di considerare con imparzialità entrambi i lati della questione. Chiunque è portato a pensare che le specie sono mutevoli farà un buon servizio esprimendo coscienziosamente la sua convinzione, perché solo così si potrà rimuovere il peso del pregiudizio che grava su questo argomento.

Diversi eminenti naturalisti hanno recentemente reso di pubblico dominio la loro convinzione secondo cui, in ogni genere, una moltitudine di presunte specie non sono specie reali, mentre altre lo sono e, cioè, sono state create indipendentemente. Questa mi sembra una conclusione singolare. Da un lato essi ammettono che una moltitudine di forme — che fino a poco tempo fa loro stessi consideravano creazioni speciali, che sono ancora considerate tali dalla maggioranza dei naturalisti e che, di conseguenza, possiedono ogni caratteristica esterna propria delle specie autentiche — sono state prodotte per variazione; dall'altro si rifiutano di estendere questa stessa concezione ad altre forme solo minimamente diverse. E, nonostante questo, essi non presumono di poter definire, e neppure soltanto congetturare, quali siano le forme create e quali, invece, quelle prodotte mediante leggi secondarie. Ammettono dunque la variazione come *vera causa* in un caso, ma la respingono

arbitrariamente in un altro, senza indicare come si possano distinguere i due casi. Verrà un giorno in cui questo sarà additato come un esempio curioso della cecità generata dalle idee preconcepite. Questi autori non sembrano stupirsi davanti a un miracoloso atto di creazione più di quanto si stupiscano di fronte a una comune nascita. Ma credono veramente che, in innumerevoli periodi della storia della terra, certi atomi elementari abbiano ricevuto improvvisamente il comando di trasformarsi in un baleno in tessuti viventi? Pensano che a ogni presunto atto di creazione sia stato prodotto un individuo solo oppure molti? I tipi infinitamente numerosi di animali e di piante sarebbero stati creati tutti come uova o semi, oppure come individui già pienamente sviluppati? E, nel caso dei mammiferi, furono forse creati con dei segni ingannevoli, a indicare che erano stati nutriti nel grembo materno? Da chi crede nella mutabilità delle specie i naturalisti esigono — molto opportunamente — una spiegazione esauriente per ogni difficoltà; tuttavia, da parte loro, stendono un velo di quello che considerano un riverente silenzio sull'intera questione della prima apparizione delle specie.

Ci si potrebbe chiedere fino a che punto io estendo la dottrina della [modificazione delle specie](#). È difficile dare una risposta a questa domanda, perché più le forme che consideriamo sono distinte, più la forza dei miei ragionamenti si riduce. Ma alcune argomentazioni della massima importanza si spingono molto lontano. Tutti i membri di intere classi possono essere collegati da catene di affinità e tutti, secondo lo stesso principio, possono essere classificati in gruppi subordinati a gruppi. Talvolta i resti fossili tendono a riempire intervalli molto ampi tra gli ordini esistenti. Gli organi in condizioni rudimentali mostrano chiaramente che un antico progenitore aveva quell'organo in una condizione perfettamente sviluppata; e ciò, in qualche caso, comporta di necessità un'enorme quantità di modificazione nei discendenti. All'interno di intere classi diverse strutture sono formate sullo stesso modello, e allo stadio di embrioni le specie si somigliano strettamente le une alle altre. Non posso pertanto dubitare che la teoria della discendenza con modificazione abbracci tutti i membri della stessa classe. Credo che gli animali siano discesi da non più di quattro o cinque progenitori, e le piante da un numero uguale o anche minore.

L'analogia mi spingerebbe oltre, cioè a credere che tutti gli animali e le piante siano discesi da un solo prototipo. Ma l'analogia può essere una guida ingannevole. Nondimeno, tutte le cose viventi hanno molto in comune: nella composizione chimica, nelle vescicole germinali, nella struttura cellulare, nelle leggi della crescita e della riproduzione. Ce ne rendiamo conto anche attraverso circostanze insignificanti come il fatto che lo stesso veleno, spesso, colpisce in modo simile le piante e

gli animali, o che il veleno secreto dalla cinipe produce escrescenze mostruose tanto sulla rosa selvatica quanto sulla quercia. Inferisco dunque per analogia che, probabilmente, tutti gli esseri organici mai esistiti su questa terra sono discesi da una qualche forma primordiale, nella quale la vita venne infusa per la prima volta.

Quando le concezioni considerate in questo volume (o concezioni analoghe) sull'origine delle specie saranno generalmente accettate, possiamo intravedere che ci sarà una notevole rivoluzione nella [storia naturale](#). I sistematici potranno coltivare i loro studi come ora, ma non saranno più perseguitati dal vago dubbio se questa o quella forma sia essenzialmente una specie. Sono sicuro che sarà un sollievo non da poco, e parlo per esperienza diretta. Le dispute senza fine intorno alla questione se una cinquantina di rovi britannici siano delle vere specie oppure no cesseranno. I sistematici dovranno soltanto decidere (non che questo sia facile) se una certa forma è sufficientemente costante e distinta dalle altre da poter essere definita; e, qualora sia definibile, se le differenze sono abbastanza importanti da meritare un nome specifico. Quest'ultima considerazione diventerà molto più essenziale di quanto lo è ora, perché le differenze tra due forme qualsiasi, per quanto lievi, sono considerate sufficienti da molti naturalisti per elevare entrambe le forme al rango di specie. Saremo quindi costretti a riconoscere che la sola distinzione tra specie e varietà ben marcate è che di queste ultime si sa — o si crede — che sono oggi collegate da gradazioni intermedie, mentre le specie lo erano un tempo. Perciò, senza rigettare le considerazioni circa l'esistenza di gradazioni tra due forme, saremo portati a soppesare con maggior cura la quantità effettiva delle differenze presenti tra esse, dandole maggiore importanza. È possibile che delle forme oggi generalmente riconosciute come semplici varietà potranno in seguito esser ritenute degne di nomi specifici, come la primula e la primula odorosa; e, in questo caso, la lingua della scienza e quella comune saranno messe d'accordo.¹ In breve, dovremo trattare le specie nella stessa maniera in cui i generi vengono trattati da quei naturalisti che ammettono che essi sono soltanto delle associazioni artificiali create per comodità. Questa potrà anche non essere una prospettiva incoraggiante, ma almeno ci libererà dalla vana ricerca dell'essenza sconosciuta e introvabile del termine specie.

Gli altri settori più generali della storia naturale vedranno il loro interesse notevolmente accresciuto. I termini affinità, relazione, [comunità di tipo](#), paternità, morfologia, caratteri adattativi, organi rudimentali e abortiti ecc., che vengono usati dai naturalisti, cesseranno di essere metaforici e acquisteranno un chiaro significato.

Se non consideriamo più un essere organico nel modo in cui un selvaggio considera una nave, cioè come qualcosa che va completamente al di là della sua comprensione; se consideriamo ogni produzione della natura come qualcosa che ha avuto una storia; se contempliamo ogni struttura o istinto complesso come la somma di tanti congegni, ognuno utile al suo possessore, all'incirca nello stesso modo in cui consideriamo una grande invenzione meccanica come la somma del lavoro, dell'esperienza, della ragione e anche degli abbagli di numerosi lavoratori; se consideriamo ogni essere organico in questo modo, quanto si fa più interessante — e parlo per esperienza personale — lo studio della storia naturale!

Si aprirà un grandioso campo d'indagine, quasi inesplorato, sulle cause e le leggi della variazione, sulla correlazione della crescita, sugli effetti dell'uso e del disuso, sull'azione diretta delle condizioni esterne e così via. Lo studio delle produzioni domestiche aumenterà enormemente di importanza. Una nuova varietà allevata dall'uomo costituirà un argomento di studio molto più importante e interessante di quanto lo sia una specie aggiunta all'elenco infinito delle forme già documentate. Le nostre classificazioni diventeranno, per quanto è possibile, delle genealogie; e, allora, ci daranno veramente quello che potrebbe essere chiamato il piano della creazione. Le regole per la classificazione diventano certamente più semplici quando abbiamo un obiettivo preciso in mente. Nelle nostre genealogie naturali non possediamo né i pedigree né le insegne araldiche, e dobbiamo scoprire e inseguire le molteplici linee di discendenza divergenti ricorrendo a caratteri di ogni tipo che sono stati trasmessi a lungo per via ereditaria. Gli organi rudimentali ci sveleranno infallibilmente la natura di strutture da lungo tempo perdute. Le specie e i gruppi di specie cosiddetti [aberranti](#), che con un po' di fantasia potremmo chiamare fossili viventi, ci aiuteranno a formarci un'immagine delle antiche forme di vita. L'embriologia ci rivelerà la struttura, in qualche misura nascosta alla vista, dei prototipi di ogni grande classe.

Quando ci sentiremo certi che tutti gli individui della stessa specie e tutte le specie strettamente affini della maggior parte dei generi sono discesi in tempi non troppo remoti da un unico progenitore e sono migrati da qualche luogo di origine, e quando conosceremo meglio i molti mezzi di migrazione, allora — alla luce di ciò che la [geologia](#) ci rivela e continuerà a rivelarci sui precedenti cambiamenti del clima e del livello delle terre — potremo sicuramente seguire in modo eccellente le antiche migrazioni degli abitanti del mondo intero. Già ora siamo in grado di gettare qualche luce sull'[antica geografia](#) confrontando le differenze tra gli abitanti dei mari sui lati opposti di un continente e la natura dei diversi abitanti di quel continente in rapporto agli apparenti mezzi di immigrazione.

Il prestigio della nobile scienza geologica soffre per l'estrema imperfezione della documentazione. Non dobbiamo considerare la crosta terrestre con i resti che contiene come se fosse un museo ben rifornito, ma come una collezione modesta, realizzata per caso e a intervalli infrequenti. Si dovrà ammettere che l'accumulazione di ogni grande formazione fossilifera è dipesa da un'inconsueta combinazione di circostanze e che gli intervalli vuoti tra gli stadi successivi hanno avuto una lunga durata. Potremo però misurare con una certa sicurezza la durata di quegli intervalli confrontando le forme organiche precedenti con quelle successive. Dobbiamo essere cauti quando, mediante la successione generale delle forme di vita, cerchiamo di correlare come strettamente contemporanee due formazioni che possiedono alcune specie identiche. Dato infatti che le specie sono prodotte e sterminate da cause che agiscono lentamente ed esistono tuttora, e non mediante atti di creazione e catastrofi miracolose; e poiché la più importante causa del cambiamento organico è pressoché indipendente dall'alterazione — magari anche repentina — delle condizioni fisiche, ed è la relazione reciproca tra organismo e organismo, per la quale il miglioramento di un essere comporta il miglioramento o la distruzione di altri; ne segue che la quantità di cambiamento organico nei fossili di formazioni consecutive serve probabilmente come una misura attendibile della durata del tempo reale. Un certo numero di specie, tuttavia, restando insieme possono rimanere a lungo immutate, mentre nello stesso periodo diverse di queste specie, migrando in nuovi paesi ed entrando in competizione con rivali stranieri, potranno essere modificate: non dobbiamo pertanto sovrastimare l'accuratezza del cambiamento organico come metro per la misura del tempo. Nelle prime epoche della storia della terra, quando le forme di vita erano verosimilmente meno numerose e più semplici, il tasso di cambiamento era probabilmente più lento; e agli albori della vita, quando esistevano pochissime forme dalla struttura più semplice, il tasso di cambiamento deve essere stato estremamente lento. L'intera storia del mondo come la conosciamo oggi, pur essendo di una lunghezza tale da risultarci quasi inafferrabile, verrà allora considerata soltanto come un frammento a confronto con le età trascorse da quando fu creato il primo organismo, il progenitore di innumerevoli discendenti estinti e viventi.

In un futuro lontano vedo aprirsi il campo per ricerche molto più importanti. La [psicologia](#) sarà basata su un nuovo fondamento, quello dell'acquisizione necessariamente graduale di ogni facoltà e capacità mentale. Si getterà luce sull'origine dell'uomo e sulla sua storia.

Autori della massima eminenza sembrano del tutto persuasi della concezione secondo cui ogni specie è stata creata indipendentemente.

A mio giudizio, si accorda meglio con quel che sappiamo delle leggi impresse dal Creatore alla materia che la produzione e l'estinzione degli abitanti passati e presenti del mondo siano dovute a cause secondarie, come quelle che determinano la nascita e la morte dell'individuo. Quando considero tutti gli esseri non come creazioni speciali, ma come discendenti in linea diretta di pochi esseri vissuti molto tempo prima della formazione dei depositi del sistema siluriano, mi sembra che tali esseri ne siano nobilitati. A giudicare dal passato, possiamo inferire con sicurezza che nessuna specie vivente trasmetterà inalterate le sue sembianze a una posterità lontana. E molto poche tra le specie oggi viventi trasmetteranno discendenti di qualsiasi tipo a un futuro lontano, perché il modo in cui sono raggruppati tutti gli esseri viventi mostra che il maggior numero delle specie di ogni genere, e tutte le specie di molti generi, non hanno lasciato discendenti, ma si sono estinte del tutto. Possiamo lanciare uno sguardo profetico sul futuro quanto basta per pronosticare che saranno le specie comuni e largamente diffuse, appartenenti ai gruppi più grandi e dominanti, che alla fine prevarranno e genereranno nuove specie dominanti. Poiché tutte le forme di vita esistenti discendono in linea diretta da quelle che vissero molto prima dell'epoca siluriana, possiamo star certi che la successione ordinaria mediante la generazione non è mai stata interrotta una sola volta e nessun cataclisma ha devastato il mondo intero. Possiamo dunque guardare con una certa fiducia a un futuro sicuro, di lunghezza altrettanto inafferrabile. E poiché la selezione naturale lavora solo mediante e per il bene di ogni essere, tutte le doti del corpo e della mente tenderanno a progredire verso la perfezione.

È interessante contemplare una riva intricata ricoperta da tante piante di molti tipi, con uccelli che cantano tra i cespugli, diversi insetti che svolazzano e vermi che strisciano nella terra umida, e riflettere che queste forme costruite in modo elaborato, così diverse l'una dall'altra e dipendenti l'una dall'altra in maniera così complessa, sono state tutte prodotte da leggi che agiscono tuttora intorno a noi. Nell'accezione più ampia, queste leggi sono la crescita con riproduzione, l'eredità (che è quasi necessariamente implicata dalla riproduzione), la variabilità derivante dall'azione indiretta e diretta delle condizioni esterne di [vita](#) e dall'uso e dal disuso, un tasso di crescita così alto da condurre a una lotta per la vita e, come conseguenza, alla selezione naturale, che comporta la [divergenza dei caratteri](#) e l'estinzione delle forme meno migliorate. Così dalla guerra della natura, dalla fame e dalla morte segue direttamente l'oggetto più straordinario che possiamo concepire, cioè la produzione degli animali più elevati. C'è qualcosa di grandioso in questa concezione per cui la vita, con le sue diverse forze, è stata originariamente infusa² in poche forme o in una sola; e, mentre il nostro pianeta continuava a ruotare

secondo la legge costante della gravità, da un inizio così semplice innumerevoli forme bellissime e meravigliose si sono evolute, e tuttora si evolvono.

¹In inglese la primula odorosa è *cowslip*. [N.d.T.]

²Nella seconda edizione dell'*Origine* — apparsa due mesi dopo la prima — Darwin qui aggiunse: «dal Creatore». L'integrazione restò immutata fino all'ultima edizione curata da Darwin, la sesta, pubblicata nel 1872. [N.d.T.]

INDICE

Le voci riportate di seguito sono quelle dell'indice originale della prima edizione di *On the Origin of Species*.

A

Aberranti, gruppi [1], [2]

Abeti, distrutti dal bestiame [1]

——, polline degli [1], [2]

Abissinia, piante dell' [1]

Abitudine, effetti dell', allo stato domestico [1]

——, effetti dell', allo stato di natura [1]

——, diversificazione dell', nella stessa specie [1]

Acclimatazione [1], [2]

Acqua dolce, produzioni d', dispersione delle [1]

Acqua salata, quanto è nociva per i semi [1]

Acquaiolo, merlo [1]

Affinità delle specie estinte [1]

—— degli esseri organici [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9],
[10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]

Afide, sviluppo dell' [1]

Afidi, le formiche se ne prendono cura [1]

Agassiz, sull'Amblyopsis [1]

——, sui gruppi di specie che appaiono improvvisamente [1], [2]

——, sulla successione embriologica [1]

——, sul periodo glaciale [1]

——, sui caratteri embriologici [1]

——, sugli embrioni dei vertebrati [1]

——, sul parallelismo tra sviluppo embriologico e successione
geologica [1]

Agrifogli, sessi degli [1]

Airone, mangia i semi [1]

Alberi, sulle isole, appartengono a ordini particolari [1]

——, con i sessi separati [1]

Alghe della Nuova Zelanda [1]

Ali, riduzione delle dimensioni [1]

——, degli insetti, omologhe con le branchie [1]

——, rudimentali, negli insetti [1], [2]

Alligatori, combattimento dei maschi [1]

Alloro, nettare secreto dalle foglie [1]

Amblyopsis, pesce cieco [1]

America settentrionale, creature affini a quelle dell'Europa [1]

——, massi e ghiacciai dell' [1]

—— Meridionale, assenza di formazioni moderne sulla costa occidentale [1]

Ammoniti, improvvisa estinzione delle [1], [2]

Anagallis, sterilità dell' [1]

Analogia delle variazioni [1], [2], [3]

Anatra, domestica, ali ridotte dell' [1]

——, dalla testa grossa [1]

Ancylus [1]

Animali, non addomesticati perché variabili [1]

——, domestici, discesi da diversi ceppi [1]

——, acclimatazione degli [1]

——, australiani [1]

——, pelliccia più spessa nei climi freddi [1]

——, ciechi, nelle grotte [1]

——, estinti, dell'Australia [1]

Anomma [1]

Antartico, isole dell', antica flora [1]

Ape, pungiglione dell' [1]

——, la regina uccide le rivali [1]

Api, fecondano i fiori [1]

——, domestiche, non suggono il trifoglio rosso [1]

——, ——, istinto di produrre cellette [1], [2], [3]

——, parassite [1]

Apteryx [1]

Aralo-Caspico, mare [1]

Archiac, signor, sulla successione delle specie [1]

Ascensione, piante dell'isola dell' [1]

Asclepiadee, polline delle [1]

Asini, striati [1], [2], [3]

Asparago [1]

Aspicarpa [1]

Ateuchus [1]

Audubon, sugli uccelli fregata [1]

——, sulla differenza nei nidi degli uccelli [1]

——, sugli aironi che mangiano semi [1]

Australia, animali dell' [1]

——, cani dell' [1]

——, animali estinti dell' [1]

——, piante europee in [1]

Avvoltoio, pelle nuda sulla testa [1]

Azara, sulle mucche che distruggono il bestiame [1]

Azzorre, flora delle [1]

B

Babington, signor, sulle piante britanniche [1]

Balene, fossili [1]

Bambù con gli uncini [1]

Barrande, signor, sulle colonie del Siluriano [1]

——, sulla successione delle specie [1]

——, sul parallelismo delle formazioni paleozoiche [1]

——, sulle affinità delle specie antiche [1]

Barriere, importanza delle [1]

Basso livello di struttura collegato con la variabilità [1]

——, collegato con un'ampia distribuzione [1]

Bastardi, fecondità e sterilità dei [1]

—— e ibridi a confronto [1]

Batraci, sulle isole [1], [2], [3]

Beffeggiatore, tordo [1]

Bentham, signor, sulle piante britanniche [1]

——, sulla classificazione [1]

Berkeley, signor, sui semi nell'acqua salata [1]

Bermuda, uccelli di [1], [2]

Bestiame, distrugge gli abeti [1]

——, distrutto dalle mosche a La Plata [1]

——, razze di, estinte localmente [1]

——, fecondità delle razze indiane ed europee [1]

Bilanciamento della crescita [1]

Blatta [1]

Blyth, signor, sui caratteri distintivi del bestiame dell'India [1]

——, sull'emione striato [1]

——, sulle oche incrociate [1]

Bocca di leone (*Antirrhinum*) [1], [2]

Bombi, cellette dei [1], [2], [3]

Borrow, signor, sul pointer spagnolo [1]

Bory, St Vincent, sui batraci [1]

Bosquet, signor, sul *Chthamalus* fossile [1]

Branchie [1], [2], [3]

Brent, signor, sui colombi capitombolanti domestici [1]

——, sui falchi che uccidono i colombi [1]

Brewer, dottor, sul cuculo americano [1]

Bronn, sulla durata delle forme specifiche [1], [2]

Brown, Robert, sulla classificazione [1]

Brughiera, cambiamenti della vegetazione [1]

Buckman sulla variazione nelle piante [1]

Buzareingues sulla sterilità delle varietà [1]

C

Calceolaria [1]

Canarini, sterilità degli ibridi [1]

Cani, senza pelo, hanno denti imperfetti [1]

——, discesi da diverse razze selvatiche [1]

——, istinti domestici dei [1]

——, civilizzazione dei, mediante l'eredità [1]

——, fecondità delle razze fra loro [1]

——, degli incroci [1]

——, proporzioni, quando sono giovani [1]

Capitombolanti, colombi, abitudini dei, ereditarie [1]

——, piccoli dei [1]

Capo di Buona Speranza, piante del [1], [2], [3], [4]

Capo Verde, isole di [1], [2]

Caratteri, divergenza dei [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]

——, sessuali, variabili [1]

——, adattativi o analogici [1]

Carciofo, di Gerusalemme [1]

Cassini sui fiori delle composite [1]

Catasetum [1]

Cavalli, distrutti dalle mosche a La Plata [1]

——, striati [1]

——, proporzioni dei, quando sono giovani [1]

Cavalli da corsa, arabi [1]

——, inglesi [1], [2]

Cavallo, fossile, di La Plata [1]

Cavolo, varietà di, incrociate [1]

Cecità degli animali che vivono nelle grotte [1]

Cefalopodi, sviluppo dei [1]

Centri di creazione [1], [2], [3]

Cepi originari degli animali domestici [1]

Cervi volanti, combattimenti [1]

Cervulus [1]

Cetacei, denti e pelo [1]

Ceylon, piante di [1], [2]

Chthamalinae [1]

Chthamalus, specie del Cretaceo [1], [2]

Cinghiale, spallina del [1]

Cinciallegra [1]

Circostanze favorevoli alla selezione delle produzioni domestiche
[1]

—— — alla selezione naturale [1]

Cirripedi, capaci di incrocio [1]

——, carapace abortito [1]

——, i loro frenuli ovigeri [1]

——, fossili [1]

——, larve dei [1]

Classificazione [1]

Clift, signor, sulla successione dei tipi [1]

Clima, effetti del, nel controllo dell'aumento numerico degli esseri
[1]

——, adattamento al, negli organismi [1]

Cobites, intestino del [1]

Coda della giraffa [1], [2]

—— degli animali acquatici [1], [2]

—— rudimentale [1]

Coleotteri, senza ali di Madera [1]

——, con tarsi difettosi [1]

Collezioni paleontologiche, povertà delle [1]

Colombi con le zampe piumate e palmate [1]

——, razze descritte e origine dei [1]

——, razze dei, come sono state prodotte [1], [2]

——, capitombolanti, incapaci di uscire dall'uovo [1]

——, reversione al colore blu [1]

——, istinto di capitombolare [1]

——, viaggiatori, uccisi dai falchi [1]

——, piccoli dei [1]

Colore, influenzato dal clima [1]

——, in rapporto agli attacchi delle mosche [1]

Columba livia, antenata dei colombi domestici [1], [2]

Colymbetes [1]

Compensazione della crescita [1]

Composite, fiori esterni e interni [1]

——, flosculi maschili delle [1]

Conchiglie, colori delle [1]

——, litorali, raramente racchiuse nei sedimenti [1]

——, d'acqua dolce, dispersione delle [1]

——, terrestri, distribuzione delle [1]

——, ——, di Madera [1]

Condizioni, lievi cambiamenti delle, favorevoli alla fecondità [1]

Coniglio, disposizione dei piccoli [1]

Controlli all'aumento numerico [1]

——, reciproci [1]

Coralline, isole [1]

——, scogliere, indicano i movimenti della terra [1]

Corna rudimentali [1]

Correlazione della crescita [1]

—— —— nelle produzioni domestiche [1]

Correnti, legni trasportati dalle [1]

—— marine, velocità delle [1]

Cotogno, innesti del [1]

Crani dei giovani mammiferi [1]

Crespino, fiori del [1]

Cretacea, formazione [1], [2], [3], [4]

Crinum [1]

Crostacei della Nuova Zelanda [1]

—— ciechi [1]

Cryptocerus [1]

Ctenomys [1]

Cuculo, istinto del [1], [2]

Cuvier sulle condizioni di esistenza [1]

——, sulle scimmie fossili [1]

——, Frederick, sull'istinto [1]

D

Dana, professor, sugli animali ciechi delle grotte [1]

——, sulle relazioni dei crostacei del Giappone [1]

——, sui crostacei della Nuova Zelanda [1]

De Candolle sulla lotta per l'esistenza [1]

——, sulle ombrellifere [1]

——, sulle affinità generali [1]

——, Alphonse, sull'ampia dispersione delle piante inferiori [1]

——, ——, sulla variabilità delle piante ad ampia diffusione [1]

——, ——, sulla naturalizzazione [1]

——, ——, sui semi alati [1]

——, ——, sulle specie alpine che diventano improvvisamente rare
[1]

——, ——, sulla distribuzione delle piante dai semi grandi [1]

——, ——, sulla vegetazione dell'Australia [1]

——, ——, sulle piante d'acqua dolce [1]

——, ——, sulle piante delle isole [1]

Degradazione delle rocce lungo le coste [1]

Denti e pelo correlati [1], [2]

——, tracce di, negli embrioni degli uccelli [1]

——, rudimentali, negli embrioni dei vitelli [1], [2], [3], [4]

Denudamento, tasso di [\[1\]](#)

——, delle rocce più antiche [\[1\]](#)

Devoniano, sistema [\[1\]](#)

Dianthus, fecondità degli incroci del [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Dispersione, mezzi di [\[1\]](#)

——, durante l'era glaciale [\[1\]](#)

Distribuzione geografica [\[1\]](#)

——, mezzi di [\[1\]](#)

Disuso, effetti del, allo stato di natura [\[1\]](#)

Divergenza dei caratteri [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#)

Divisione fisiologica del lavoro [\[1\]](#)

Documentazione geologica, imperfetta [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#), [\[6\]](#)

Downing, signor, sugli alberi da frutto in America [\[1\]](#)

Downs, North e South [\[1\]](#)

Dugongo, affinità del [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Dyticus [\[1\]](#)

E

Earl, signor Windsor, sull'arcipelago malese [\[1\]](#)

Eciton [\[1\]](#)

Economia dell'essere organico [\[1\]](#)

Edwards, Milne, sulla divisione fisiologica del lavoro [\[1\]](#)

——, sulle gradazioni di struttura [\[1\]](#)

——, sui caratteri embriologici [\[1\]](#)

Elettrici, organi [\[1\]](#)

Elefante, tasso di incremento numerico [\[1\]](#)

——, del periodo glaciale [\[1\]](#)

Embriologia [\[1\]](#)

Emione, striato [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Erba, varietà di [\[1\]](#)

Eredità, leggi della [\[1\]](#)

——, a età corrispondenti [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Ermafroditi, incroci degli [1], [2], [3]

Esistenza, lotta per l' [1]

——, condizioni di [1], [2], [3], [4]

Estinzione, dipendente dalla selezione naturale [1]

——, delle varietà domestiche [1]

F

Fabre, signor, sugli sfecidi parassiti [1]

Fagiano, piccolo, selvatico [1]

Fagiolo, acclimatazione del [1]

Faglie [1]

Falconer, dottor, sulla naturalizzazione delle piante in India [1]

——, sul coccodrillo fossile [1]

——, su elefanti e mastodonti [1]

——, e Cautlay sui mammiferi dei giacimenti subhimalaiani [1]

Falkland, isole, lupo delle [1]

Fango, semi nel [1]

Faune marine [1]

Fecondità degli ibridi [1]

——, dipendente da lievi cambiamenti nelle condizioni [1]

——, delle varietà incrociate [1]

Filippi sulle specie terziarie in Sicilia [1]

Fiori, struttura dei, in relazione con l'incrocio [1]

——, delle composite e delle ombrellifere [1]

Folaga [1]

Forbes, Edward, sui colori delle conchiglie [1]

——, sul raggio di diffusione discontinuo delle conchiglie in profondità [1]

——, sulla povertà delle collezioni paleontologiche [1], [2], [3]

——, sulla successione continua dei generi [1]

——, sull'estensione dei continenti [1], [2]

——, sulla distribuzione nel periodo glaciale [1]

——, sul parallelismo nel tempo e nello spazio [1]

Foreste, cambiamenti nelle, in America [1]

Formazioni, spessore delle, in Gran Bretagna [1]

——, intermittenti [1]

Formica rufescens [1]

——, sanguinea [1]

——, flava, neutro della [1]

Formiche, si prendono cura degli afidi [1]

——, istinto della schiavitù nelle [1], [2]

——, neutre, struttura delle [1]

Fregata, uccello [1], [2]

Frenuli, ovigeri, dei cirripedi [1]

Fries, sulle specie dei generi grandi, strettamente affini alle altre specie [1]

Frumento, varietà di [1]

Frutto, alberi da, miglioramento graduale degli [1]

——, ——, negli Stati Uniti

——, ——, varietà degli, acclimatati negli Stati Uniti [1]

Fuchi, uccisi da altre api [1]

Fuci, incrociati [1], [2]

G

Galapagos, arcipelago, uccelli dell' [1], [2], [3]

——, ——, creature dell' [1]

Galeopithecus [1]

Gallinella d'acqua [1]

Gärtner, sulla sterilità degli ibridi [1], [2]

——, sugli incroci reciproci [1]

——, sul mais e il Verbascum incrociati [1]

——, sul confronto tra gli ibridi e i bastardi [1]

Gatti, con gli occhi azzurri, sono sordi [1], [2]

——, variazioni nelle abitudini dei [1]

——, arriccias la coda quando si prepara al balzo [1]

Gazza addomesticata [1]

Genealogia, importante per la classificazione [1]

Geoffroy St Hilaire, sul bilanciamento [1]

——, sugli organi omologhi [1]

——, Isidore, sulla variabilità delle parti ripetute [1]

——, ——, sulla correlazione nelle mostruosità [1]

——, ——, sulla correlazione [1]

——, ——, sulle parti variabili spesso mostruose [1]

Geografia, antica [1]

Geologia, progresso futuro della [1]

——, imperfezione della documentazione [1], [2], [3], [4], [5],
[6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13]

Giappone, produzioni del [1], [2]

Giava [1]

Ginestrone [1]

Giraffa, coda della [1], [2]

Glaciale, periodo [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]

Gmelin, sulla distribuzione [1]

Gnathodon, fossile [1]

Godwin-Austen, signor, sull'arcipelago malese [1]

Goethe sulla compensazione della crescita [1]

Gould, dottor A., sulle conchiglie terrestri [1]

——, signor, sui colori degli uccelli [1]

——, sugli uccelli delle Galpagos [1]

——, sulla distribuzione dei generi degli uccelli [1]

Gran Bretagna, mammiferi della [1]

Gray, dottor Asa, sugli alberi degli Stati Uniti [1]

——, sulle piante naturalizzate negli Stati Uniti [1]

——, sulla rarità delle varietà intermedie [1]

——, sulle piante alpine [1]

——, dottor J.E., sul mulo striato [1]

Grotte, abitanti ciechi delle [1], [2], [3]

H

Harcourt, signor E.V., sugli uccelli di Madera [\[1\]](#)

Hartung, signor, sui massi erratici delle Azzorre [\[1\]](#)

Hearne sulle abitudini degli orsi [\[1\]](#)

Heer, Oswald, sulle piante di Madera [\[1\]](#)

Helix pomatia [\[1\]](#)

Helosciadium [\[1\]](#)

Herbert, W., sulla lotta per l'esistenza [\[1\]](#)

——, sulla sterilità degli ibridi [\[1\]](#)

Heron, Sir R., sui pavoni [\[1\]](#)

Heusinger, sugli animali bianchi non avvelenati da certe piante [\[1\]](#)

Hewitt, signor, sulla sterilità dei primi incroci [\[1\]](#)

Himalaya, ghiacciai dell' [\[1\]](#)

——, piante dell' [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#)

Hippeastrum [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Hooker, dottor, sugli alberi della Nuova Zelanda [\[1\]](#)

——, sull'acclimatazione degli alberi himalaiani [\[1\]](#)

——, sui fiori delle ombrellifere [\[1\]](#)

——, sui ghiacciai dell'Himalaya [\[1\]](#)

——, sulle alghe della Nuova Zelanda [\[1\]](#)

——, sulla vegetazione ai piedi dell'Himalaya [\[1\]](#)

——, sulle piante della Terra del Fuoco [\[1\]](#), [\[2\]](#)

——, sulle piante australiane [\[1\]](#)

——, sulle relazioni della flora del Sud America [\[1\]](#)

——, sulla flora delle terre antartiche [\[1\]](#)

——, sulle piante delle Galapagos [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Horner, signor, sull'antichità degli egiziani [\[1\]](#)

Huber, sulle cellette delle api [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#)

——, Pierre, sulla ragione mescolata con l'istinto [\[1\]](#)

——, sulla natura abituale degli istinti [\[1\]](#)

——, sulle formiche che fanno schiavi [\[1\]](#)

——, sulla Melipona domestica [\[1\]](#)

Hunter, J., sui caratteri sessuali secondari [1]

Hutton, capitano, sulle oche incrociate [1]

Huxley, professor, sulla struttura degli ermafroditi [1]

——, sulla successione embriologica [1]

——, sugli organi omologhi [1]

——, sullo sviluppo degli afidi [1]

I

Ibla [1]

Ibridi e bastardi a confronto [1], [2]

Ibridismo [1]

Iceberg, trasportano i semi [1], [2], [3], [4]

Idra, struttura dell' [1]

Incremento, tasso di [1], [2]

Incroci, reciproci [1], [2], [3]

Incrocio degli animali domestici, importanza nel modificare le razze [1]

——, vantaggi dell' [1]

——, sfavorevole alla selezione [1]

Individui, loro numero favorevole alla selezione [1]

——, tanti, se creati simultaneamente [1]

Innesti, attitudine agli [1]

Insetti, colore degli, adattato alle loro dimore [1]

——, sulle rive del mare, colore degli [1]

——, ciechi, nelle grotte [1]

——, luminosi [1]

——, neutri [1], [2], [3], [4]

Isolamento favorevole alla selezione [1], [2], [3], [4]

Isole oceaniche [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]

Istinti, domestici [1], [2]

Istinto [1]

J

Jones, signor J.M., sugli uccelli di Bermuda [1]

Jussieu, A. de, sulla classificazione [1]

K

Kentucky, grotte del [1], [2]

Kerguelen, terra di, flora della [1], [2]

Kirby sui tarsi mancanti in alcuni coleotteri [1]

Knigh, Andrew, sulla causa della variazione [1]

Kölreuter, sul crespino [1]

——, sulla sterilità degli ibridi [1], [2], [3]

——, sugli incroci reciproci [1]

——, sulle varietà di *Nicotiana* incrociate [1]

——, sull'incrocio tra fiori maschi e fiori ermafroditi [1]

L

Lamantino, unghie rudimentali del [1]

Lamarck, sui caratteri adattativi [1]

Larve [1], [2], [3], [4]

Leggi della variazione [1]

Legni trasportati dalle correnti [1], [2]

Leguminose, nettare secreto dalle ghiandole [1]

Lemne [1]

Leone, criniera del [1]

——, piccolo del, striato [1]

Lepidosiren [1], [2], [3], [4]

Letame, coleotteri che si nutrono di, assenza dei tarsi [1]

Libellula, intestini della [1]

Lingue, classificazione delle [1]

Lingula, del Siluriano [1], [2], [3]

Linneo, aforisma di [1], [2]

Lobelia, sterilità degli incroci [1], [2]

Lobelia *fulgens* [1], [2]

Loess del Reno [1]

Lontra, abitudini della, come le ha acquisite [1]

Lotta per l'esistenza [1]

Lubbock, signor, sui nervi del Coccus [1]

Lucas, dottor P., sull'eredità [1]

——, sulla somiglianza dei figli con i genitori [1]

Lund e Clausen sui fossili del Brasile [1]

Lupi, varietà di [1]

Lupo incrociato con il cane [1]

——, delle isole Falkland [1]

Lyell, Sir Charles, sulla lotta per l'esistenza [1]

——, sui cambiamenti moderni della terra [1]

——, sulla misura del denudamento [1]

——, su una conchiglia terrestre del Carbonifero [1]

——, sulle balene fossili [1]

——, sugli strati al di sotto del Siluriano [1]

——, sull'imperfezione della documentazione geologica [1]

——, sull'apparizione delle specie [1]

——, sulle colonie di Barrande [1]

——, sulle formazioni terziarie d'Europa e dell'America settentrionale [1]

——, sul parallelismo delle formazioni terziarie [1]

——, sul trasporto dei semi a opera degli iceberg [1], [2]

——, sulla grande alternanza dei climi [1]

——, sulla distribuzione delle conchiglie d'acqua dolce [1]

——, sulle conchiglie terrestri di Madera [1]

—— e Dawson sugli alberi fossili della Nuova Scozia [1]

M

Macleay sui caratteri analogici [1]

Madera, piante di [1]

——, coleotteri di, senza ali [1]

——, conchiglie terrestri fossili di [1], [2], [3]

——, uccelli di [1]

Mais, incrociato [1]

Malese, arcipelago, confrontato con l'Europa [1]
——, mammiferi dell' [1]
Malpighiacee [1], [2]
Malvone, varietà del, incrociate [1]
Mammelle, ingrandite dall'uso [1]
——, rudimentali [1], [2]
Mammiferi, fossili, nelle formazioni secondarie [1], [2]
——, delle isole [1]
Marina, acqua, quanto è dannosa per i semi [1], [2]
Marsupiali australiani [1], [2], [3], [4]
——, specie fossili di [1], [2]
Martens, signor, esperimenti sui semi [1]
Martin, signor W.C., sui muli striati [1]
Matteucci sugli organi elettrici delle razze [1]
Massi erratici, delle Azzorre [1]
Matthiola, incroci reciproci della [1]
Melipona domestica [1], [2]
Membrana nelle zampe degli uccelli acquatici [1]
Merlo acquaiolo [1]
Metamorfismo delle rocce più antiche [1]
Mezzi di dispersione [1]
Migrazione, rilevante per la prima apparizione dei fossili [1]
Miller, professor, sulle cellette delle api [1]
Mirabilis, incroci della [1]
Mississippi, tasso di deposizione alla foce [1], [2]
Modificazione delle specie, quanto si può estendere [1]
Mondo, specie che cambiano simultaneamente in diverse parti del [1]
Monocanthus [1]
Mons, van, sull'origine degli alberi da frutto [1]
Moquin-Tandon, sulle piante della riva del mare [1]
Morfologia [1]

Mozart, abilità musicali di [\[1\]](#)

Müller, dottor F., sulle piante alpine d'Australia [\[1\]](#)

Mulo, striato [\[1\]](#)

Murchison, Sir R., sulle formazioni della Russia [\[1\]](#)

——, sulle formazioni azoiche [\[1\]](#)

——, sull'estinzione [\[1\]](#)

Myanthus [\[1\]](#)

Myrmecocystus [\[1\]](#)

Myrmica, occhi della [\[1\]](#)

N

Natatoria, vescica [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#)

Naturalizzazione di forme distinte dalle specie indigene [\[1\]](#)

——, in Nuova Zelanda [\[1\]](#)

Nautilus, del Siluriano [\[1\]](#)

Nelumbium luteum [\[1\]](#)

Nettare delle piante [\[1\]](#)

Newman, signor, sui bombi [\[1\]](#)

Nicotiana, varietà incrociate della [\[1\]](#)

——, alcune specie particolarmente sterili [\[1\]](#)

Nidi, variazioni nei [\[1\]](#)

Noble, signor, sulla fecondità del Rhododendron [\[1\]](#)

Nocciole [\[1\]](#)

Noduli, fosfatici, nelle rocce azoiche [\[1\]](#)

Nuova Zelanda, produzioni della, non perfette [\[1\]](#)

——, prodotti naturalizzati della [\[1\]](#)

——, uccelli fossili della [\[1\]](#)

——, azione dei ghiacci in [\[1\]](#)

——, crostacei della [\[1\]](#)

——, alghe della [\[1\]](#)

——, numero delle piante della [\[1\]](#)

——, flora della [\[1\]](#)

O

Occhi ridotti delle talpe [1], [2]

Occhio, struttura dell' [1]

——, correzione dell'aberrazione [1], [2]

Occidentali, Indie, isole delle, mammiferi [1]

Oceano Pacifico, faune dell' [1]

Oche, fecondità quando incrociate [1]

——, di montagna [1]

Ombrellifere, fiori interni ed esterni [1]

Onites apelles [1]

Orchidee, polline delle [1]

Orecchie, pendenti, negli animali domestici [1]

——, rudimentali [1]

Organi di estrema perfezione [1]

——, elettrici, dei pesci [1]

——, di scarsa importanza [1]

——, omologhi [1]

——, rudimentali [1]

Ornitorinco [1], [2], [3], [4]

Orso, caccia gli insetti d'acqua [1]

Orticoltori, selezione applicata dagli [1]

Owen, professor, sugli uccelli che non volano [1]

——, sulla «ripetizione vegetativa» [1]

——, sulla lunghezza variabile delle braccia dell'orango [1]

——, sulla vescica natatoria dei pesci [1]

——, sugli organi elettrici [1]

——, sul cavallo fossile di La Plata [1]

——, sulle relazioni tra ruminanti e pachidermi [1]

——, sugli uccelli fossili della Nuova Zelanda [1]

——, sulla successione dei tipi [1]

——, sulle affinità del dugongo [1]

——, sugli organi omologhi [1]

——, sulla metamorfosi dei cefalopodi e dei ragni [1]

P

Paley, su nessun organo formato per procurare dolore [1]

Pallas, sulla fecondità dei progenitori selvatici degli animali domestici [1]

Paraguay, bestiame distrutto dalle mosche [1]

Parassiti [1]

Parti grandemente sviluppate, variabili [1]

——, gradi di utilità delle [1]

Parus major [1]

Passiflora [1]

Paura, istintiva, negli uccelli [1]

Pecore, merinos, loro selezione [1]

——, due sottorazze prodotte senza intenzione [1]

——, di montagna, varietà [1]

Pelargoni, fiori dei [1]

——, sterilità dei [1]

Pelo e dentatura, correlati [1]

Pelliccia, più spessa nei climi freddi [1], [2], [3]

Peloria [1]

Pelvi, delle donne [1]

Pernice, sporco sulle zampe [1]

Pero, innesti del [1]

Pesche degli Stati Uniti [1]

Pesci, volanti [1]

——, teleostei, apparizione improvvisa dei [1]

——, mangiano i semi [1]

——, ganoidi, che vivono in acqua dolce [1], [2]

——, dell'emisfero meridionale [1]

Phasianus [1]

Piante, anomale [1], [2]

- , velenose, non agiscono sugli animali di certi colori [1]
- , selezione applicata alle [1]
- , miglioramento graduale delle [1]
- , non migliorate nei paesi barbari [1]
- , distrutte dagli insetti [1]
- , al centro della loro area di diffusione devono lottare con altre piante [1]
- , nettare delle [1]
- , carnose, sulle rive del mare [1]
- , di acqua dolce, distribuzione delle [1]
- , basse nella scala, largamente diffuse [1]
- Picchio, abitudini del [1]
- , colore verde del [1]
- Pictet, professor, sui gruppi di specie che appaiono improvvisamente [1]
- , sul tasso di cambiamento organico [1]
- , sulla successione continua dei generi [1]
- , sulla stretta affinità dei fossili nelle formazioni consecutive [1]
- , sulla successione embriologica [1]
- Pierce, signor, sulle varietà dei lupi [1]
- Pipistrelli, come hanno acquisito la loro struttura [1], [2], [3]
- , distribuzione dei [1]
- Pistillo rudimentale [1], [2]
- Piumaggio, leggi del cambiamento, nei sessi degli uccelli [1]
- Pointer, origine del [1]
- , abitudini del [1]
- Polli, istintiva docilità dei [1]
- Polline degli abeti [1]
- Poole, colonnello, sull'emione striato [1]
- Potamogeton [1]
- Prede, aumento delle, controllato dagli animali nocivi [1]

Prestwich, signor, sulle formazioni dell'Eocene in Inghilterra e in Francia [\[1\]](#)

Primula [\[1\]](#), [\[2\]](#)

——, sterilità della [\[1\]](#)

Procellarie, abitudini delle [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#)

Proteo [\[1\]](#)

Proteolepas [\[1\]](#)

Psicologia, futuro progresso della [\[1\]](#)

Pungiglione dell'ape [\[1\]](#)

Q

Quagga, striato [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#)

Quercia, varietà della [\[1\]](#)

R

Ragione e istinto [\[1\]](#)

Ragni, sviluppo dei [\[1\]](#)

Ramond sulle piante dei Pirenei [\[1\]](#)

Ramsay, professor, sullo spessore delle formazioni britanniche [\[1\]](#)

——, sulle faglie [\[1\]](#)

Rane sulle isole [\[1\]](#)

Rapa e cavolo, variazioni analoghe di [\[1\]](#)

Rapporto di incremento [\[1\]](#)

Ratti, si soppiantano l'un l'altro [\[1\]](#)

——, acclimatazione dei [\[1\]](#)

——, ciechi nelle grotte [\[1\]](#)

Razze, domestiche, caratteri delle [\[1\]](#)

Reciprocità degli incroci [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#)

Rengger sulle mosche che distruggono il bestiame [\[1\]](#)

Reni degli uccelli [\[1\]](#)

Reversione, legge dell'eredità [\[1\]](#)

——, dei piccioni, al colore bluastro [\[1\]](#)

Rhododendron, sterilità del [\[1\]](#)

Richard, professor, sull'Aspicarpa [\[1\]](#)

Richardson, Sir J., sulla struttura degli scoiattoli [1]

——, sui pesci dell’emisfero meridionale [1]

Riepilogo generale [1]

Riproduzione, tasso di [1]

Robinia, innesti della [1]

Roditori, ciechi [1]

Rondine, una specie soppianta un’altra [1]

Rospi nelle isole [1]

Rudimentali, organi [1]

Rudimenti, importanti per la classificazione [1]

S

Sageret, sugli innesti [1]

Salmoni, maschi che combattono, e mascelle [1], [2]

Sanguisuga, varietà della [1]

Sant’Elena, forme di vita di [1]

Saurophagus sulphuratus [1]

Scacciatrice, formica [1], [2]

Schiavi, istinto di fare [1]

Schiödte, sugli insetti ciechi [1], [2]

Schlegel, sui serpenti [1]

Scimmie, fossili [1]

Scoiattoli, gradazioni di struttura [1]

Scriccioli, nido degli [1]

Sdentati, denti e pelo [1]

——, specie fossili di [1]

Sebright, Sir John, sugli animali incrociati [1]

——, sulla selezione dei colombi [1]

Sedgwick, professor, sui gruppi di specie che appaiono improvvisamente [1]

Selezione dei prodotti domestici [1]

——, principio di, origine non recente [1]

——, inconsapevole [1]

——, naturale [1]

——, sessuale [1]

——, naturale, circostanze favorevoli alla [1]

Semi, nutrimento nei [1]

——, alati [1]

——, potere di resistenza all'acqua salata [1]

——, nel gozzo e negli intestini degli uccelli [1]

——, mangiati dai pesci [1], [2]

——, nel fango [1]

——, uncinati, nelle isole [1]

Senape [1]

Serpente a sonagli [1]

Sessi, relazioni tra i [1]

Sessuale, selezione [1]

Sessuali, caratteri, variabili [1]

Sfecidi parassiti [1]

Silene, fecondità degli incroci [1]

Silliman, professor, sul ratto cieco [1]

Sistema naturale [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]

Smith, colonnello Hamilton, sui cavalli striati [1]

——, signor Fred., sulle formiche che fanno schiavi [1], [2], [3]

——, sulle formiche neutre [1]

——, signor, di Jordan Hill, sulla degradazione delle rocce costiere
[1]

Somerville, Lord, sulla selezione delle pecore [1]

Somiglianza ai genitori nei bastardi e negli ibridi [1]

Sorbus, innesti del [1]

Spaniel, razza di re Carlo [1]

Specie, polimorfiche [1], [2], [3], [4]

——, comuni, variabili [1]

——, variabili nei grandi generi [1]

——, gruppi di, appaiono improvvisamente [1], [2]

——, al di sotto delle formazioni del Siluriano [1]

——, appaiono successivamente [1]

——, cambiano simultaneamente nel mondo [1]

Spencer, Lord, sull'incremento nelle dimensioni del bestiame [1]

Spitz incrociato con la volpe [1]

Sporcizia sulle zampe degli uccelli [1]

Sprengel, C.C., sull'incrocio [1]

——, sui fiori ligulati [1]

Staffordshire, brughiera, cambiamenti della [1]

Stato domestico, variazione allo [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]

Sterilità derivante da mutate condizioni di vita [1]

——, degli ibridi [1]

—— ———, leggi della [1]

—— ———, cause della [1]

—— derivante da condizioni sfavorevoli [1]

—— di certe varietà [1]

St Hilaire, Auguste, sulla classificazione [1]

St John, signor, sulle abitudini dei gatti [1]

Storia naturale, progresso futuro della [1]

Strati, spessore degli, in Gran Bretagna [1]

Strisce nei cavalli [1]

Struttura, gradi di utilità della [1]

Struzzo incapace di volare [1]

——, abitudine di deporre le uova insieme [1]

——, americano, due specie di [1]

Successione geologica [1], [2], [3], [4]

Successione dei tipi nelle stesse aree [1]

Sultanina, innesti della [1]

Susine degli Stati Uniti [1]

Svasso [1], [2]

Sviluppo delle forme antiche [1]

T

Tabacco, varietà incrociate [1]

Tacchino, pelle nuda sul capo [1]

——, piccolo, selvatico [1]

——, maschio, ciuffo di piume sul petto [1]

Talpe, cieche [1], [2]

Tarsi difettosi [1]

Tausch sui fiori delle ombrellifere [1]

Tegetmeier, signor, sulle cellette delle api [1], [2]

Temminck, sulla distribuzione utile per la classificazione [1]

Tempo, trascorso [1]

Terra, semi nelle radici degli alberi [1]

Terra del Fuoco, cani della [1], [2], [3]

——, piante della [1], [2], [3]

Tetraone, colori del [1]

——, rosso, specie dubbia [1]

Thouin sugli innesti [1]

Thuret, signor, sui fuci incrociati [1], [2]

Thwaites, signor, sull'acclimatazione [1]

Tipi, successione dei, nelle stesse aree [1]

Tipo, unità di

Tomes, signor, sulla distribuzione dei pipistrelli [1]

Topi, distruggono i bombi [1]

——, acclimatazione dei [1]

Tordela [1]

Tordo, specie acquatica [1]

——, beffeggiatore, delle Galapagos [1]

——, piccoli del, penne macchiate [1]

——, nido del [1], [2]

Trampolieri [1], [2]

Transizioni nelle varietà, rare [1]

Trifolium pratense [1], [2]

——, incarnatum [1]

Trigonia [1]

Trilobiti [1]

——, estinzione improvvisa delle [1]

Troglodytes [1]

Tuco-tuco, cieco [1]

U

Uccelli, come diventano paurosi [1]

——, ogni anno attraversano l'Atlantico [1]

——, colori, sui continenti [1]

——, fossili, nelle grotte del Brasile [1]

——, di Madera, Bermuda e Galapagos [1]

——, canto dei maschi [1]

——, trasportano i semi [1]

——, trampolieri [1], [2]

——, senza ali [1]

——, con tracce di denti negli embrioni [1]

Ulex, giovani foglie dell' [1]

Uncini, del bambù [1]

——, sui semi nelle isole [1]

Unghie rudimentali [1]

Unità di tipo [1], [2], [3]

Uomo, origine delle razze dell' [1]

Uova, come i piccoli degli uccelli escono dalle [1]

Uso, effetti dell', allo stato domestico [1]

——, effetti dell', allo stato di natura [1]

Utilità, quanto sia importante nella costruzione di ogni parte [1]

Uva spina, innesti dell' [1]

V

Valenciennes, sui pesci d'acqua dolce [1]

Variabilità dei bastardi e degli ibridi [1]

Variazione allo stato domestico [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]

——, causata dal sistema riproduttivo influenzato dalle condizioni di vita [1]

——, allo stato di natura [1]

——, leggi della [1]

Variazioni che appaiono a età corrispondenti [1], [2]

——, analoghe in specie distinte [1]

Varietà, naturali [1]

——, lotta tra [1]

——, domestiche, estinzione delle [1]

——, di transizione, rarità delle [1]

——, incrociate, feconde [1]

——, incrociate, sterili [1]

——, classificazione delle [1]

Veleno, non agisce sugli animali di certi colori [1]

——, effetto simile sugli animali e sulle piante [1]

Verbascum, sterilità del [1]

——, varietà di, incrociate [1]

Verneuil, signor de, sulla successione delle specie [1]

Vescica natatoria nei pesci [1], [2]

Vespa, pungiglione della [1]

Viola tricolor [1]

Viscaccia [1]

——, affinità della [1]

Vischio, complesse relazioni del [1], [2], [3], [4]

Visone Mustela [1]

Vita, lotta per la [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10],
[11], [12], [13], [14]

Volo, come è stata acquisita l'attitudine al [1]

Vulcaniche, isole, denudamento delle [1]

W

Wallace, signor, sull'origine delle specie [1]

——, sulla legge della distribuzione geografica [1]

——, sull'arcipelago malese [1], [2]

Waterhouse, signor, sui marsupiali d'Australia [1]

——, sulla variabilità delle parti molto sviluppate [1]

——, sulle cellette delle api [1]

——, sulle affinità a livello di genere [1], [2]

Watson, signor H.C., sul raggio di diffusione delle varietà delle piante britanniche [1], [2], [3]

——, sull'acclimatazione [1]

——, sulla flora delle Azzorre [1]

——, sulle piante alpine [1]

——, sulla rarità delle varietà intermedie [1]

Weald, denudamento del [1]

Westwood, sulle specie dei grandi generi, strettamente affini le une alle altre [1]

——, sui tarsi degli Engidae [1]

——, sulle antenne degli insetti imenotteri [1]

White Mountains, flora delle [1]

Wollaston, signor, sulle varietà degli insetti [1]

——, sulle varietà fossili delle conchiglie terrestri di Madera [1]

——, sul colore degli insetti vicino alla riva del mare [1]

——, sui coleotteri senza ali [1]

——, sulla rarità delle varietà intermedie [1]

——, sulle conchiglie terrestri di Madera, naturalizzate [1]

Woodward, signor, sulla durata delle forme specifiche [1]

——, sulla successione continua dei generi [1]

——, sulla successione dei tipi [1]

Y

Youatt, signor, sulla selezione [1]

——, sulle sottorazze delle pecore [1]

——, sulle corna rudimentali nel bestiame giovane, [1]

Z

Zampe degli uccelli, piccole conchiglie vi aderiscono [\[1\]](#)

Zebra, strisce della [\[1\]](#)

Zucche, incrociate [\[1\]](#)

RISPOSTE ALLE CRITICHE

Già nella prima edizione dell'*Origine* Darwin aveva dato notevole spazio alle critiche che circolavano, ben prima del 1859, sulle teorie che ammettevano la trasformazione delle specie. Alla discussione preventiva di quelle critiche Darwin aveva dedicato un intero capitolo, il sesto. Il confronto a distanza con gli avversari aveva avuto una parte non trascurabile nel plasmare, in positivo, gli argomenti sviluppati da Darwin a favore dell'evoluzionismo. Dopo il 1859, di fronte all'enorme impatto e alla vasta letteratura generatasi in risposta all'*Origine*, soppesare gli argomenti favorevoli e contrari diventò per Darwin un esercizio regolare e continuo.

Ogni volta che una nuova edizione dell'*Origine* veniva stampata, recava traccia di quell'esercizio che, secondo molti interpreti, spinse Darwin a modificare in parte la sua teoria. Se infatti l'*Origine* era riuscita a far passare un numero crescente di naturalisti e di persone colte dalla parte dell'evoluzionismo, molti restarono perplessi di fronte alla complessità della particolare teoria proposta da Darwin per spiegare il cambiamento evolutivo: la teoria della selezione naturale. Le critiche riguardavano in particolare l'enorme lentezza del cambiamento concepito da Darwin e spinsero l'autore, nelle edizioni successive dell'*Origine*, a dare maggior peso ad altri fattori evolutivi oltre alla «sua» selezione naturale. Cercò così di «accelerare» i tempi dell'evoluzione arrivando a quello che ad alcuni interpreti è apparso come un parziale ritorno a Lamarck.

Nelle pagine che seguono riproduciamo alcuni passi dalla sesta edizione dell'*Origine delle specie* — l'ultima curata da Darwin e pubblicata nel 1872 — in cui l'autore affronta le critiche che considera più pericolose. Come si vedrà, pur riconoscendo la forza delle obiezioni e mostrandosi pronto a tenerne conto, Darwin si mantenne fedele alla teoria della selezione naturale. Semmai ribadì — come del resto aveva già fatto presentando la teoria al pubblico la prima volta — che *non* considerava la selezione naturale la sola causa dell'evoluzione.

RISPOSTA A WILLIAM THOMSON¹

Se la [*mia*] teoria è vera, dunque, non c'è dubbio che, prima che si depositasse il più basso degli strati del Cambriano,² devono essere trascorsi periodi di tempo lunghi quanto quello corrispondente o forse superiore all'intero intervallo che va dall'età del Cambriano a oggi, e durante questi lunghi periodi il mondo brulicava di creature viventi. Qui ci imbattiamo in una obiezione formidabile, perché sembra dubbio che la terra sia esistita abbastanza a lungo in una condizione adatta alla presenza di creature viventi. Sir W. Thomson³ è arrivato alla conclusione che difficilmente il consolidamento della crosta può essersi verificato meno di 20 o più di 400 milioni di anni fa, e probabilmente non meno di 98 o più di 200 milioni di anni fa. La notevole ampiezza dei limiti temporali indicati mostra quanto siano incerti i dati, ed è possibile che in futuro si renda necessario introdurre altri elementi nel considerare la questione. Il signor Croll stima che siano passati circa 60 milioni di anni dal Cambriano, ma, a giudicare dalla limitata quantità di cambiamento organico prodottasi dall'inizio dell'era glaciale, questo sembra un periodo assai breve in relazione ai numerosi e considerevoli cambiamenti che si sono certamente verificati dai tempi della formazione del Cambriano. I precedenti 140 milioni di anni, inoltre, non sembrano sufficienti per lo sviluppo delle diverse forme di vita che già esistevano durante il Cambriano. È probabile tuttavia, come sottolinea Sir William Thomson, che in un periodo iniziale il mondo sia stato soggetto nelle condizioni fisiche a cambiamenti più rapidi e violenti di quelli attuali, e questi cambiamenti avrebbero potuto indurre trasformazioni altrettanto rapide negli organismi che esistevano allora.⁴ [...]

Quanto all'assenza di strati ricchi di fossili al di sotto della formazione del Cambriano, posso solo ricorrere all'ipotesi formulata nel decimo capitolo.⁵ E cioè che, anche se i continenti e gli oceani si sono trovati per un enorme periodo di tempo all'incirca nelle stesse posizioni reciproche in cui si trovano oggi, non abbiamo ragione di ritenere che sia sempre stato così, e dunque possono esserci, sepolte sotto i grandi oceani, formazioni molto più antiche di qualunque altra formazione oggi nota. Quanto al tempo trascorso, che sarebbe insufficiente da quando il nostro pianeta si è consolidato rispetto alla quantità di cambiamento organico ipotizzata, l'obiezione formulata da Sir William

Thomson è probabilmente una delle più gravi avanzate finora. A questo proposito posso soltanto affermare che, in primo luogo, non siamo in grado di dire a quale ritmo le specie cambiano, se dovessimo esprimere il tempo in anni, e, in secondo luogo, che molti filosofi non sono disposti ad ammettere che sappiamo abbastanza sulla costituzione dell'universo e dell'interno del nostro globo da fare delle speculazioni sicure sulla loro trascorsa durata.⁶

RISPOSTA A FLEEMING JENKIN⁷

Nelle precedenti edizioni di quest'opera mi sono espresso a volte come se quest'ultima alternativa [*la possibilità che una singola variazione ben marcata venga conservata*] si verificasse spesso. Vedevo bene la grande importanza delle differenze individuali e ciò mi ha portato a discutere ampiamente i risultati della selezione inconsapevole praticata dall'uomo, che dipende dalla conservazione di tutti gli individui più o meno preziosi e dalla distruzione dei peggiori. Percepivo anche che allo stato di natura la conservazione di un'occasionale deviazione di struttura, come una mostruosità, deve essere un evento raro, e deve generalmente perdersi nell'incrocio successivo con individui comuni. Tuttavia, finché non ho letto un abile e prezioso articolo pubblicato nella «North British Review» (1867),⁸ non ho percepito quanto raramente le singole variazioni, tanto quelle lievi quanto quelle ben marcate, possono essere perpetuate. L'autore considera il caso di una coppia di animali che nel corso della vita produce duecento discendenti, dei quali in media soltanto due — per via di diverse cause distruttrici — sopravvivono e lasciano a loro volta discendenti. Questa è una stima abbastanza eccessiva per la maggior parte degli animali superiori, ma non per molti organismi inferiori. Egli mostra poi che, se a un individuo nato con una variazione di qualche tipo assegnassimo il doppio delle possibilità di vita che assegniamo agli altri individui, resterebbero ancora molte probabilità contrarie alla sua sopravvivenza. Supponendo comunque che sopravviva, che si riproduca e che metà dei suoi figli ereditino la variazione favorevole, tuttavia — argomenta l'autore — i piccoli avrebbero una possibilità di sopravvivere e riprodursi di poco superiore; una possibilità che diminuirebbe nelle generazioni successive. Non credo che si possa mettere in discussione la correttezza di queste osservazioni. Se, per esempio, un uccello di qualche tipo potesse procurarsi il cibo più facilmente se dotato di un becco curvo, e se nascesse in effetti un uccello con il becco accentuatamente curvo e quindi in grado di prosperare, ci sarebbero comunque scarse possibilità per quel singolo individuo di perpetuare il suo tipo a esclusione della forma comune. Anche se, a giudicare da quanto avviene allo stato domestico, non vi è

il minimo dubbio che si possa ottenere questo risultato conservando per molte generazioni un gran numero di individui con il becco più o meno marcatamente curvo e distruggendo un numero ancora più grande di uccelli con il becco diritto.

Non si dovrebbe trascurare, tuttavia, che certe variazioni fortemente marcate, che nessuno considererebbe semplici differenze individuali, si presentano spesso perché un'organizzazione simile viene sottoposta a influenze simili; un fatto di cui si potrebbero fornire numerosi esempi nelle nostre produzioni domestiche. In casi del genere, se l'individuo soggetto a variazione non trasmette in effetti alla prole il nuovo carattere acquisito, trasmetterà però — se le condizioni di esistenza rimangono le stesse — una tendenza ancora più forte a variare nella stessa maniera. Non si può dubitare, inoltre, che spesso questa tendenza è talmente forte che tutti gli individui della stessa specie sono modificati in modo simile, senza l'aiuto di alcuna forma di selezione. Oppure può accadere che soltanto un terzo, un quinto o un decimo degli individui siano così modificati, un fatto di cui si potrebbero citare diversi esempi. Così, per esempio, Graba stima che circa un quinto delle urie delle isole Faroe appartengano a una varietà così ben marcata che un tempo era classificata come una specie distinta, con il nome di *Uria lacrymans*. In casi di questo tipo, se la variazione è vantaggiosa, la forma originaria sarà presto soppiantata da quella modificata mediante la sopravvivenza del più adatto.

Sulla questione degli effetti dell'incrocio nell'eliminazione di variazioni di ogni tipo dovrò tornare; ma qui si può notare che la maggior parte degli animali e delle piante restano nelle loro dimore e non girovagano senza necessità. Lo si osserva perfino negli uccelli migratori, che quasi sempre ritornano negli stessi posti. Dunque, ogni nuova varietà formata sarà da principio locale, come sembra sia la regola allo stato di natura, per cui gli individui modificati in maniera simile vivranno presto insieme in piccoli gruppi, riproducendosi tra loro. Se la nuova varietà ha successo nella battaglia per la vita, si diffonderà da una località centrale, entrando in competizione e conquistando gli individui non modificati ai margini di un'area circolare sempre crescente.⁹

RISPOSTA A ST GEORGE JACKSON MIVART¹⁰

Un illustre zoologo, St George Mivart, ha raccolto recentemente tutte le obiezioni, sollevate da me stesso e da altri, contro la teoria della selezione naturale sostenuta da Wallace e da me, e le ha illustrate con molta abilità e forza. Così esposte, quelle obiezioni costituiscono una rassegna formidabile, e poiché non era nel progetto di Mivart addurre

i fatti e le considerazioni che si oppongono alle sue varie conclusioni, si richiede un non piccolo sforzo d'intelligenza e di memoria al lettore che volesse pesare le ragioni che militano da entrambe le parti. Nel discutere i casi speciali Mivart trascura gli effetti dell'uso crescente e del non uso delle parti, sebbene io abbia sempre sostenuto la loro importanza, e sebbene nel mio libro sulla *Variazione allo stato domestico* ne abbia trattato più diffusamente, credo, di ogni altro autore. Egli presume anche che io non attribuisca alcun ruolo alla variazione indipendentemente dalla selezione naturale, mentre nell'opera citata ho raccolto un numero molto grande di fatti ben constatati che non trovo in nessun'altra opera a me nota. Il mio giudizio non sarà forse attendibile, ma dopo aver letto attentamente il libro di Mivart¹¹ e dopo averlo confrontato con ciò che ho detto sullo stesso argomento, sono più persuaso che mai della generale validità delle conclusioni cui sono giunto, sebbene in un argomento tanto complesso possa essere incorso in qualche errore parziale.

Tutte le obiezioni di Mivart saranno prese in considerazione in quest'opera [...]. Un punto nuovo, che sembra avere destato sorpresa in molti lettori, è quello secondo cui «la selezione naturale è incapace di spiegare gli stadi incipienti delle strutture utili». Questo argomento è intimamente connesso con quello della gradazione dei caratteri, che è spesso accompagnata da un cambiamento di funzione, per esempio la trasformazione della vescica natatoria in polmoni, argomenti che nell'ultimo capitolo¹² sono stati trattati da due punti di vista. Nondimeno, prenderò qui in esame con molti dettagli alcuni casi citati da Mivart e, siccome lo spazio mi impedisce di considerarli tutti, sceglierò i più significativi. [...]

Ho trattato abbastanza, e forse più che abbastanza, i casi scelti con cura da un abile naturalista per provare che la selezione naturale è incapace di spiegare gli stadi incipienti delle strutture utili, e spero di aver dimostrato che non ci sono grandi difficoltà al riguardo. Mi si è offerta così l'opportunità di diffondermi un poco sulle gradazioni di struttura che spesso si associano a un cambiamento di funzioni, un argomento importante che non è stato sufficientemente sviluppato nelle precedenti edizioni di quest'opera. Riassumiamo ora brevemente i casi trattati.

Quanto alla giraffa, la protratta conservazione di quegli individui di un ruminante estinto in grado di spingersi in alto, che avevano più lunghi il collo, le zampe ecc., e potevano cogliere le foglie a un'altezza

un poco maggiore della media, e la continua estinzione di quelli che non arrivavano così in alto, saranno bastate a produrre questo quadrupede singolare; mentre l'uso prolungato di tutte queste parti, congiunto all'eredità, ne avrà favorito in modo importante la coordinazione. Riguardo ai molti insetti che imitano oggetti diversi, non è improbabile l'opinione per cui una somiglianza accidentale con un oggetto comune abbia costituito in ogni singolo caso la base su cui ha agito la selezione naturale, azione poi perfezionata con la occasionale conservazione delle lievi variazioni che rendevano la somiglianza in qualche modo maggiore; questa operazione sarà proseguita finché l'insetto ha continuato a variare e finché la somiglianza sempre più perfetta gli ha consentito di sottrarsi ai nemici con la vista acuta. In certe specie di balene c'è la tendenza alla formazione di piccole prominente cornee irregolari nel palato, e sembra che rientri pienamente nella sfera d'azione della selezione naturale conservare tutte le variazioni favorevoli, così da trasformare quelle prominente in tubercoli o denti lamellari, come nel becco dell'oca, poi in corte lamelle come quelle dell'anatra domestica, poi in lamelle perfette come quelle del mestolone, e finalmente nei giganteschi fanoni come quelli che si vedono nella bocca della balena della Groenlandia. Nella famiglia delle anatre le lamelle sono servite prima come denti, poi in parte come denti e in parte come apparato di filtrazione, e infine quasi esclusivamente per quest'ultimo scopo.

Nelle strutture del genere delle citate lamelle cornee o dei fanoni, per quanto possiamo giudicare, l'abitudine o l'uso non hanno contribuito, o hanno contribuito assai poco, allo sviluppo. D'altra parte, il trasferimento dell'occhio inferiore dei pesci piatti al lato superiore della testa, e la formazione di una coda prensile possono essere attribuiti quasi interamente all'uso continuato, unito all'eredità. Relativamente alle mammelle degli animali superiori, la supposizione più probabile è che originariamente le ghiandole cutanee sull'intera superficie del sacco di un marsupiale secernessero una sostanza nutriente, e che queste ghiandole mediante la selezione naturale siano state perfezionate nella loro funzione e raccolte in uno spazio ristretto a formare una mammella. La difficoltà di comprendere come gli aculei ramificati di un antico echinoderma, che servivano come organi di difesa, siano stati trasformati dalla selezione naturale in pedicellarie tridattile, non è maggiore di quella che si incontra nello spiegare come si siano formate le chele dei crostacei mediante lievi modificazioni utili dell'ultimo e penultimo segmento di un arto che prima serviva soltanto alla locomozione. Nelle avicularie e nei vibracoli dei polizoi abbiamo degli apparati assai distanti tra loro nell'apparenza esterna, ma sviluppatisi da una stessa forma fondamentale; e nei vibracoli possiamo comprendere come le successive gradazioni abbiano potuto

essere utili. Per quanto riguarda i pollinari delle orchidee, abbiamo potuto vedere come i filamenti, che originariamente servivano per tenere insieme i grani pollinici, si sono uniti insieme per formare i caudicoli, e si possono anche seguire i passaggi attraverso i quali la massa viscida, come quella secreta dagli stigmi dei fiori comuni per uno scopo simile ma non identico, si è attaccata alle libere estremità dei caudicoli, essendo tutte queste gradazioni di evidente vantaggio per la relativa pianta. Non occorre che ripeta ciò che è stato detto recentemente a proposito delle piante rampicanti.¹³

Si è domandato spesso: se la selezione naturale è tanto potente, perché certe specie non hanno sviluppato questa o quella struttura che sarebbe evidentemente tanto vantaggiosa per loro? Ma non è ragionevole pretendere una risposta precisa a domande del genere, considerando la nostra ignoranza a proposito della storia di ogni specie e delle condizioni che oggi determinano il numero dei suoi individui e il suo raggio di diffusione. Nella maggior parte dei casi non si possono individuare che delle ragioni generali, e solo in pochi casi ragioni speciali. Così per adattare una specie a nuove condizioni di vita, sono quasi indispensabili molte modificazioni tra loro coordinate, e spesso sarà accaduto che le parti richieste non siano variate nel modo giusto o fino al grado che era necessario. A molte specie non deve essere stato consentito di accrescere il numero dei loro individui a causa di fattori distruttivi che non erano in alcun rapporto con certe strutture che ci immaginiamo acquisite mediante la selezione naturale, perché ci sembrano utili per la specie. Poiché in questi casi la lotta per l'esistenza non è dipesa da tali strutture, esse non potevano essere acquistate per mezzo della selezione naturale. In molti casi, per lo sviluppo di una determinata struttura si richiedono condizioni complesse e di lunga durata, spesso di natura peculiare, le quali possono essersi presentate insieme raramente. La convinzione che una data struttura, che noi, spesso erroneamente, crediamo vantaggiosa per una specie, sia stata acquistata in tutte le circostanze mediante la selezione naturale, è in contrasto con quel che sappiamo del suo modo di agire. Mivart non nega che la selezione naturale abbia prodotto qualche effetto, ma la considera «insufficiente a dare una spiegazione» degli effetti che io le ho attribuito. Le principali argomentazioni di Mivart sono state prese in considerazione, e di altre si parlerà più avanti. Mi sembra che esse non abbiano il carattere di una dimostrazione, e che abbiano poca importanza se confrontate con le ragioni a favore della selezione naturale e degli altri agenti che sono stati spesso precisati. Mi sento in obbligo di aggiungere che alcuni dei fatti e delle argomentazioni che ho utilizzato qui sono stati già esposti, allo stesso scopo, in un abile articolo pubblicato recentemente nella «Medico-Chirurgical Review».

Oggi quasi tutti i naturalisti ammettono l'evoluzione in qualche forma. Mivart crede che le specie cambino mediante «una forza o tendenza interna», di cui non si pretende che sappiamo nulla. Che le specie abbiano la facoltà di subire dei cambiamenti è ammesso da tutti gli evoluzionisti; ma mi sembra che non ci sia bisogno di invocare una forza interna oltre alla tendenza a quella ordinaria variabilità che, con l'azione della selezione esercitata dall'uomo, ha prodotto tante razze domestiche così bene adattate, e che, con l'aiuto della selezione naturale, può produrre ugualmente, mediante passaggi gradualisti, le razze e le specie naturali. Com'è stato già spiegato, il risultato finale sarà generalmente un avanzamento, ma in alcuni casi un regresso dell'organizzazione.

Mivart e alcuni altri naturalisti con lui sono inclini a credere che le nuove specie appaiano «con rapidità e mediante modificazioni improvvise». Egli suppone, per esempio, che le differenze fra l'estinto *Hipparion* tridattilo e il cavallo si siano manifestate all'improvviso. Egli trova difficoltà ad ammettere che l'ala di un uccello «si sia sviluppata altrimenti che in seguito a una modificazione comparativamente improvvisa e in maniera evidente e significativa», e pare che voglia estendere lo stesso modo di vedere alle ali dei pipistrelli e degli pterodattili. Questa conclusione, che implica grandi salti e discontinuità nella serie, mi sembra improbabile al massimo grado.

Chiunque crede in un'evoluzione lenta e graduale, riconoscerà ovviamente che i cambiamenti specifici possono essere improvvisi e grandi, quanto può esserlo ogni variazione che incontriamo allo stato di natura o anche allo stato domestico. Ma poiché le specie addomesticate o coltivate sono più variabili di quelle che si trovano nelle loro condizioni naturali, non è probabile che in natura siano apparse delle variazioni così improvvise e importanti come spesso si osservano allo stato domestico. Di queste ultime variazioni parecchie possono essere attribuite alla reversione, ed è probabile che i caratteri apparsi in questo modo siano stati spesso acquistati gradualmente. Un numero ancora maggiore di esse devono essere considerate delle mostruosità, così come la comparsa di uomini con sei dita, dell'uomo porcospino, della pecora Ancon, dei buoi Niata ecc., e siccome sono assai diverse per carattere rispetto alle specie naturali, gettano ben poca luce sul nostro argomento. Se si escludono questi casi di variazioni improvvise, i pochi che rimangono, se li incontriamo allo stato di natura, rappresentano nel migliore dei casi altrettante specie dubbie, strettamente collegate ai loro tipi parentali.

Le mie ragioni per dubitare che le specie naturali si modifichino improvvisamente come capita qualche volta alle razze domestiche, e per non credere affatto che esse cambino nella maniera prodigiosa

indicata da Mivart, sono le seguenti. L'esperienza ci mostra che le variazioni improvvise e ben marcate si presentano nelle nostre produzioni domestiche isolatamente e a intervalli piuttosto lunghi. Se si producessero in natura nello stesso modo sarebbero soggette, come è stato detto, a perdersi per effetto di cause accidentali di distruzione e per gli incroci successivi; e si sa che lo stesso succede allo stato domestico se le variazioni improvvise non vengono conservate e tenute distinte dalla cura dell'uomo. Affinché una nuova specie appaia nel modo supposto da Mivart, sarebbe necessario che, contrariamente a ogni analogia, parecchi individui modificati in modo straordinario apparissero simultaneamente in un medesimo distretto. Come nel caso della selezione inconsapevole esercitata dall'uomo, questa difficoltà è evitata se adottiamo la teoria di un'evoluzione graduale mediante la conservazione di un gran numero di individui che variano in una qualsiasi direzione favorevole, e la distruzione dei molti che variano in maniera opposta.

Non c'è dubbio che molte specie si sono sviluppate in maniera estremamente graduale. Le specie, e perfino i generi di molte grandi famiglie naturali, sono così strettamente affini fra loro, che molte volte riesce difficile distinguerle. In ogni continente, viaggiando da nord a sud o dalla pianura alle montagne ecc., incontriamo molte specie strettamente affini o tipiche, e lo stesso accade in certi continenti distinti, di cui possiamo supporre che un tempo fossero collegati. Ma mentre faccio queste osservazioni e quelle che seguono, devo toccare degli argomenti che saranno svolti più avanti.¹⁴ Si considerino le molte isole che circondano un continente, e si vedrà come molti dei loro abitanti non possono essere elevati che al rango di specie dubbie. Avviene altrettanto se gettiamo uno sguardo ai tempi passati e confrontiamo le specie da poco scomparse con quelle che ora abitano le medesime aree; oppure se confrontiamo tra loro le specie fossili racchiuse nei diversi sottostrati di una medesima formazione geologica. Si rileva allora che molte specie sono strettamente affini con altre ancora esistenti o da poco scomparse, e ben difficilmente si vorrà sostenere che tali specie si sono sviluppate in modo rapido o improvviso. Non si deve dimenticare poi che, se si presta attenzione alle parti speciali di specie affini, anziché alle specie distinte, si potranno seguire numerose gradazioni, estremamente lievi, che congiungono insieme le differenti strutture.

Molti e grandi insiemi di fatti non si comprendono che adottando il principio dell'evoluzione delle specie mediante passaggi molto piccoli. Così, per esempio, il fatto che le specie dei generi più grandi sono più strettamente affini tra loro e offrono un maggior numero di varietà che non le specie dei generi più piccoli. Le prime poi si raccolgono intorno a piccoli gruppi, come le varietà intorno alle specie, e offrono

altre analogie con le varietà, come si è dimostrato nel secondo capitolo. In base al medesimo principio possiamo comprendere perché i caratteri specifici sono più variabili dei generici, e perché le parti sviluppate in grado o in modo straordinario sono più variabili di altre parti della medesima specie. Si potrebbero citare altri fatti analoghi che conducono alla stessa conclusione.

Sebbene moltissime specie siano state prodotte quasi certamente per passaggi non più grandi di quelli che separano le sottili varietà, si può tuttavia sostenere che alcune si siano formate in modo diverso e repentino. Ma tale concessione deve essere fatta solo se si dispone di prove concrete. Le analogie vaghe e in parte erronee, come ha dimostrato il signor Chauncey Wright, a sostegno di tale idea — come sarebbero la repentina cristallizzazione delle sostanze inorganiche o la caduta di uno sferoide faccettato da una faccetta all'altra — non meritano alcuna considerazione. Tuttavia una certa classe di fatti, e cioè l'apparizione improvvisa di forme di vita nuove e diverse nelle nostre formazioni geologiche, alimenta a prima vista la nozione di uno sviluppo improvviso. Ma il valore di questa prova dipende interamente dalla perfezione della documentazione geologica relativa a periodi remoti della storia del mondo. Se questa documentazione è frammentaria, come molti geologi sostengono con vigore, non deve sorprenderci che nuove forme appaiano come se si fossero sviluppate all'improvviso.

A meno che non si ammettano delle trasformazioni prodigiose come quelle invocate da Mivart, per esempio lo sviluppo repentino delle ali degli uccelli e dei pipistrelli, o la rapida trasformazione dell'*Hipparion* nel cavallo, la supposizione che siano avvenute delle modificazioni improvvise non getta alcuna luce sulla mancanza di anelli intermedi nelle nostre formazioni geologiche. L'embriologia, viceversa, oppone degli argomenti molto forti contro la teoria di questi cambiamenti improvvisi. È noto che le ali degli uccelli e dei pipistrelli, e gli arti dei cavalli e di altri quadrupedi non possono distinguersi fra loro in un periodo embrionale precoce, e si differenziano per passaggi impercettibili. Come vedremo più avanti, somiglianze embriologiche di ogni tipo si possono spiegare ammettendo che i progenitori delle specie ora esistenti siano stati soggetti a variazione dopo la prima giovinezza, trasmettendo il carattere nuovamente acquistato ai loro discendenti in un'età corrispondente. L'embrione resta dunque pressoché inalterato, e serve come documentazione della condizione passata della specie. Così avviene che le specie ora esistenti somigliano molto spesso, nei loro primi stadi di sviluppo, a forme antiche ed estinte appartenenti alla medesima classe. Se adottiamo questa opinione circa il significato delle somiglianze embriologiche, o a dire il vero qualsiasi altra opinione, è incredibile che un animale

possa aver subito delle trasformazioni così importanti e repentine come quelle indicate sopra, senza offrire allo stato embrionale la più piccola traccia di modificazioni improvvise, considerando che ogni singola parte del corpo si sviluppa invece attraverso dei passaggi lievi e impercettibili.

Chi crede che una qualunque forma antica sia stata trasformata improvvisamente per una forza o tendenza interna, ad esempio, in una forma munita di ali, sarà quasi spinto a supporre, in contrasto con ogni analogia, che molti individui sono stati soggetti a variazione contemporaneamente. È innegabile che questi grandi e repentini cambiamenti di struttura risultano molto diversi da quelli che la maggior parte delle specie sembrano aver subito. Chi crede ciò sarà anche costretto ad ammettere che molte strutture, mirabilmente adatte a tutte le altre parti e alle condizioni di vita, siano state prodotte all'improvviso; e per tali adattamenti reciproci, complessi e meravigliosi, non sarà in grado di portare neppure l'ombra di una spiegazione. E dovrà pure concedere che questi grandi e repentini cambiamenti non hanno lasciato alcuna traccia dei loro effetti nell'embrione. Ammettere tutto ciò, mi sembra, vuol dire entrare nel dominio del miracolo e abbandonare quello della scienza.¹⁵

1 William Thomson (1824-1907, dal 1892 Lord Kelvin), professore di «filosofia naturale» all'università di Glasgow, era uno dei maggiori fisici dell'Ottocento. Le sue stime sull'età della terra erano basate sulla termodinamica dei suoi tempi, alla quale aveva dato contributi fondamentali. All'atteggiamento di Thomson verso la teoria di Darwin non era estranea la sua adesione di fondo alla tradizione cristiana, compresa la credenza in un Creatore e in un sostanziale dualismo tra materia e vita. [Tutte le note di questa appendice sono del traduttore]

2 Per indicare i più antichi strati terrestri contenenti fossili, nella prima edizione dell'*Origine* Darwin aveva usato la denominazione di Siluriano. Nelle edizioni successive sostituì gradualmente Cambriano a Siluriano.

3 Nell'originale, qui e nel seguito Darwin scrive: *Thompson*.

4 Da Darwin, *Origin of species*, sesta edizione, 1872, p. 286.

5 Il nono capitolo della prima edizione qui tradotta.

6 Da Darwin, *Origin of species*, sesta edizione, 1872, p. 409. Con la scoperta della radioattività, dopo la morte di Darwin, le stime dei fisici sull'età dell'universo e della terra come pianeta abitabile furono dilatate considerevolmente e la forza delle obiezioni di Thomson si ridusse in proporzione.

7 Fleeming Jenkin (1833-1855) era un ingegnere con vasti interessi intellettuali, collegato professionalmente a William Thomson per il comune coinvolgimento nella telegrafia transatlantica. Come in Thomson, anche in Jenkin una sensibilità e preoccupazioni d'ordine religioso non erano estranee all'interesse per la teoria dell'evoluzione. Come si vedrà nelle righe che seguono, ciò non impedì a Darwin di prendere molto sul serio le argomentazioni di Jenkin, come poi quelle del cattolico Mivart.

8 L'autore dell'articolo, non firmato secondo una consuetudine frequente nella stampa britannica del tempo, era Fleeming Jenkin.

9 Da Darwin, *Origin of species*, sesta edizione, 1872, pp. 71-73.

10 St George Jackson Mivart (1827-1900) fu zoologo, docente di anatomia comparata nella scuola medica del St Mary's Hospital e membro delle principali società scientifiche londinesi. Convertitosi al cattolicesimo nel 1844, perseguì una conciliazione tra le verità della scienza e

quelle della fede su posizioni affini a quelle del modernismo di fine secolo. Tali posizioni lo portarono a frequenti conflitti con le autorità cattoliche.

11 Mivart, *Sulla genesi delle specie*, 1871.

12 Il sesto capitolo dell'edizione qui tradotta.

13 Charles Darwin, *Sui movimenti e le abitudini delle piante rampicanti*, 1865.

14 Nei capitoli undicesimo e dodicesimo della prima edizione qui tradotta.

15 Da Darwin, *Origin of species*, sesta edizione, 1872, pp. 176-77, 198-204.

SOMMARIO

Prefazione di Giuliano Pancaldi

Cronologia della vita e delle opere

Nota alla traduzione

L'ORIGINE DELLE SPECIE

INTRODUZIONE

CAPITOLO I

LA VARIAZIONE ALLO STATO DOMESTICO

Cause della variabilità — Effetti dell'abitudine — Correlazione della crescita — Eredità — Carattere delle varietà domestiche — Difficoltà di distinguere tra varietà e specie — Origine delle varietà domestiche da una o più specie — I colombi domestici, differenze e origine — Il principio della selezione seguito nell'antichità e i suoi effetti — Selezione metodica e selezione inconsapevole — Origine sconosciuta delle produzioni domestiche — Circostanze favorevoli all'esercizio della selezione da parte dell'uomo

CAPITOLO II

LA VARIAZIONE IN NATURA

Variabilità — Differenze individuali — Specie dubbie — Le specie molto diffuse e comuni variano più di tutte le altre — Le specie dei generi più grandi in ogni paese variano più delle specie dei generi più piccoli — Molte specie dei generi più grandi somigliano alle varietà in quanto sono strettamente, ma diversamente, collegate l'una all'altra e hanno diffusione limitata

CAPITOLO III

LA LOTTA PER L'ESISTENZA

Rilevanza per la selezione naturale — Espressione usata in un senso ampio — Incrementi in progressione geometrica — Rapido incremento degli animali e delle piante naturalizzate — Natura dei controlli che agiscono sull'incremento — Competizione universale — Effetti del clima — Protezione derivante dal numero degli individui — Relazioni complesse di tutti gli animali e le piante dovunque in natura — La lotta per la vita, severa soprattutto tra individui e varietà della stessa specie; spesso severa tra le specie dello stesso genere — La relazione tra organismo e organismo è la più importante di tutte le relazioni.

CAPITOLO IV

SELEZIONE NATURALE

Selezione naturale — suo potere a confronto con la selezione operata dall'uomo — suo potere sui caratteri d'importanza trascurabile — suo potere a tutte le età e su entrambi i sessi — Selezione sessuale — Sulla generalità degli incroci tra individui della stessa specie — Circostanze favorevoli e sfavorevoli alla selezione naturale, vale a dire: incrocio, isolamento, numero degli individui — Azione lenta — Estinzione causata dalla selezione naturale — Divergenza dei caratteri, collegata alla diversità degli abitanti di qualsiasi piccola area e alla naturalizzazione — Azione della selezione naturale, attraverso la divergenza dei caratteri e l'estinzione, sui discendenti di un progenitore comune — Come tutti gli esseri organici si dividono in gruppi.

CAPITOLO V

LEGGI DELLA VARIAZIONE

Effetti delle condizioni esterne — Uso e disuso, combinati con la selezione naturale; organi per il volo e la visione — Acclimatazione — Correlazione della crescita — Compensazione ed economia della crescita — False correlazioni — Le strutture multiple, rudimentali e scarsamente organizzate sono variabili — Le parti sviluppate in maniera inusuale sono altamente variabili; i caratteri specifici sono più variabili dei caratteri generici; i caratteri sessuali secondari sono variabili — Le specie dello stesso genere variano in maniera analoga — Reversioni ai caratteri perduti da lungo tempo — Riassunto.

CAPITOLO VI

DIFFICOLTÀ DELLA TEORIA

Difficoltà della teoria della discendenza con modificazione — Forme di transizione — Assenza o rarità delle varietà di transizione — Transizioni nelle abitudini di vita — Abitudini diversificate nella stessa specie — Specie con abitudini molto diverse da quelle delle specie affini — Organi di perfezione estrema — Mezzi di transizione — Casi di difficoltà — Natura non facit saltum — Organi poco importanti — Organi non sempre assolutamente perfetti — La legge dell'unità di tipo e delle condizioni di esistenza come compresa nella teoria della selezione naturale.

CAPITOLO VII

ISTINTO

Istinti paragonabili alle abitudini, ma differenti quanto a origine — Gradualità degli istinti — Afidi e formiche — Variabilità degli istinti — Istinti domestici, loro origine — Istinti naturali del cuculo, dello

struzzo e delle api parassite — Formiche che fanno schiavi — Ape domestica, suo istinto di produrre la celletta — Difficoltà riguardanti la teoria della selezione naturale degli istinti — Insetti neutri o sterili — Riassunto.

CAPITOLO VIII

IBRIDISMO

Distinzione tra la sterilità dei primi incroci e quella degli ibridi — Sterilità di grado variabile, non universale, influenzata dall'ibridazione tra individui strettamente affini, rimossa dall'addomesticamento — Leggi che governano la sterilità degli ibridi — La sterilità non è una proprietà speciale, ma dipende da altre differenze — Cause della sterilità dei primi incroci e degli ibridi — Parallelismo tra gli effetti delle mutate condizioni di vita e degli incroci — Fecondità delle varietà quando sono incrociate e della loro discendenza bastarda — Ibridi e bastardi confrontati indipendentemente dalla loro fecondità — Riassunto del capitolo.

CAPITOLO IX

SULL'IMPERFEZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE GEOLOGICA

A proposito dell'assenza di varietà intermedie oggi — Sulla natura delle varietà intermedie estinte e sul loro numero — Sul vasto periodo di tempo trascorso che si può dedurre dal ritmo della deposizione e del denudamento dei terreni — Sulla povertà delle collezioni paleontologiche — Intermittenza delle formazioni geologiche — Assenza di varietà intermedie in ogni formazione — Sulla comparsa improvvisa di gruppi di specie — Sulla loro comparsa improvvisa nei più profondi strati fossiliferi noti.

CAPITOLO X

SULLA SUCCESSIONE GEOLOGICA DEGLI ESSERI ORGANICI NELLE ERE GEOLOGICHE

Sull'apparizione lenta e successiva di nuove specie — Sul loro diverso ritmo di cambiamento — Una volta scomparse, le specie non appaiono di nuovo — I gruppi di specie, quando appaiono e poi spariscono, seguono le stesse regole generali delle singole specie — Sull'estinzione — Sui cambiamenti simultanei nelle forme di vita in diverse parti del mondo — Affinità delle specie estinte tra loro e con le specie viventi — A proposito dello stato di sviluppo delle forme antiche — Sulla successione degli stessi tipi nelle medesime aree — Riassunto di questo e del capitolo precedente.

CAPITOLO XI

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

La distribuzione attuale non può essere spiegata con le differenze nelle condizioni fisiche — Importanza delle barriere — Affinità delle forme prodotte nello stesso continente — Centri di creazione — Mezzi di dispersione, dovuti a cambiamenti del clima, del livello del terreno e a mezzi occasionali — La dispersione durante il periodo glaciale estesa a tutto il mondo.

CAPITOLO XII

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA — CONTINUAZIONE

Distribuzione delle produzioni d'acqua dolce — A proposito degli abitanti delle isole oceaniche — Assenza dei batraci e dei mammiferi terrestri — Sulla relazione tra gli abitanti delle isole e quelli della terraferma più vicina — Sulla colonizzazione a partire dalla fonte più vicina con modificazione successiva — Riassunto degli ultimi due capitoli.

CAPITOLO XIII

AFFINITÀ RECIPROCHE FRA GLI ESSERI ORGANICI: MORFOLOGIA — EMBRIOLOGIA — ORGANI RUDIMENTALI

Classificazione, gruppi subordinati a gruppi — Sistema naturale — Regole e difficoltà della classificazione, spiegate con la teoria della discendenza con modificazione — Classificazione delle varietà — La discendenza sempre utilizzata nella classificazione — Caratteri analoghi o adattativi — Affinità, generali, complesse e a raggiera — L'estinzione separa e definisce i gruppi — MORFOLOGIA, tra membri della stessa classe, tra parti dello stesso individuo — EMBRIOLOGIA, leggi della, spiegate dalle variazioni che non sopraggiungono in giovane età e sono ereditate a un'età corrispondente — Organi rudimentali, spiegazione della loro origine — Riassunto.

CAPITOLO XIV

RIEPILOGO E CONCLUSIONE

Riepilogo delle difficoltà della teoria della selezione naturale — Riepilogo delle circostanze generali e particolari a suo favore — Cause della credenza generale nell'immutabilità delle specie — Fino a che punto può estendersi la teoria della selezione naturale — Effetti della sua adozione per lo studio della storia naturale — Osservazioni conclusive.

INDICE

Risposte alle critiche